



**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 :

SANOUE Lassina

**Alimentation en Eau Potable de
la région Nord du Burkina Faso
(Ouahigouya, Gourcy, Yako)
à partir d'eau de surface**

MENTION :

BIEN

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

Encadrement

D. ZOUNGRANA

H. OUIBGA

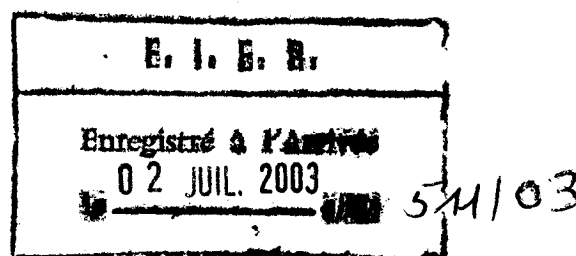
MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 2003

Présenté par :

SANOOU Lassina

**Alimentation en Eau Potable de
la région Nord du Burkina Faso
(Ouahigouya, Gourcy, Yako)
à partir d'eau de surface**

MENTION :



Encadrement
D. ZOUNGRANA
H. OUIBGA

REMERCIEMENT

A la fin de cette œuvre, nous tenons à signaler toute notre gratitude à toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de notre formation. Nous tenons à remercier particulièrement :

- ☞ Monsieur Mamadou Lamine KOUATE, Directeur Général de l'ONEA qui a accepté le financement de cette formation,
- ☞ Monsieur Sawadogo Dieudonné, Directeur de l'Exploitation de l'ONEA qui a accepté notre départ en formation malgré le manque crucial de personnel en son temps,
- ☞ Messieurs Ouibga Y. Harouna, Yonaba Harouna et Issaka Boukary pour leur soutien permanent au cours de la formation,
- ☞ Mon encadreur M. D. ZOUNGRANA qui n'a ménagé aucun effort pour la réussite totale des travaux du présent mémoire,
- ☞ Le corps enseignant de l'EIER pour la qualité de la formation reçue,
- ☞ Monsieur Namatébalo Dabiré, responsable du centre ONEA pour son soutien et sa disponibilité au cours de la formation.

SOMMAIRE

REMERCIEMENT	I
SOMMAIRE	II
RESUME :	VI
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	X
INTRODUCTION	1
PROBLEMATIQUE DE L'ETUDE	2
PREMIERE PARTIE : CONTEXTE GENERAL ET APPROCHE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE	3
CHAPITRE I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	4
I-1 Milieu physique de la zone d'étude.....	6
I-1-1 Situation géographique	6
I-1-2 Le climat	7
I-1-3 l'évaporation	7
I-1-4 Les sols	9
I-1-5 La végétation	9
I-1-6 Hydrologie	10
I-2 Milieu humain	10
I-2-1 Démographie.....	10
I-2-1-1 Population de la commune de Ouahigouya	10
I-2-1-2 Population de la commune de Yako	11
I-2-1-3 Population de la commune de Gourcy.....	11
I-2-1-4 Population de la zone d'étude.....	11
I-2-2 Organisation socio-politique.....	12
I-2-3 Principales activités	12
I-2-3-1 L'agriculture	12
I-2-3-2 L'élevage	13
I-2-3-3 Le commerce	13
CHAPITRE II : APPROCHE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE.....	15
II-1 Recherche documentaire.....	15
II-2 Entretiens et travaux de terrain.....	16
II-2-1 Entretiens.....	16
II-2-2 Visite et travaux de terrain	16

II.3 Traitement des données.....	16
DEUXIEME PARTIE : DIAGNOSTIC DES SYSTEMES DE PRODUCTION ET ESTIMATION	
DES BESOINS EN EAU	19
CHAPITRE III COMMUNE DE OUAHIGOUYA.....	21
III-1 Evaluation des ressources en eau de Ouahigouya.....	21
III-1-1 Description du système d'AEP existant.....	21
III-1-2 Estimation des besoins en eau.....	22
III-1-2-1 Définition de quelques termes	22
III-1-2-2 Besoin en eau de la commune de Ouahigouya	22
III-2 Bilan besoins / ressources en eau de Ouahigouya	25
CHAPITRE IV COMMUNE DE GOURCY	26
IV-1 Evaluation des ressources en eau.....	26
IV-2 Besoin en eau de la commune de Gourcy.....	26
IV-3 Bilan besoins / ressources en eau de Gourcy	29
CHAPITRE V COMMUNE DE YAKO.....	30
V-1 Evaluation des ressources en eau	30
V-2 Besoins en eau de la commune de Yako.....	31
V-3 Bilan besoins / ressources en eau de Yako.....	33
TROISIEME PARTIE : ETUDE DES ALTERNATIVES POUR L'ALIMENTATION EN EAU	
POTABLE DE LA REGION NORD	34
CHAPITRE VI LES DONNEES DE LA ZONE D'ETUDES.....	35
VI-1 Estimation des besoins en eau de la zone d'études	35
VI-2 Bilan besoins / ressources en eau de la zone d'études	36
CHAPITRE VII : RETENUES D'EAU EXISTANTES	39
VII-1 Méthodologie utilisée pour l'évaluation de la quantité d'eau mobilisable pour l'AEP.....	39
VII-2 La retenue de Ouahigouya	41
VII-2-1 Présentation	41
VII-2-2 Utilisation actuelle.....	42
VII-2-3 Utilisation possible pour l'AEP.	42
VII-3 La retenue de Goinré.....	42
VII-3-1 Présentation	42
VII-3-2 Utilisation actuelle.....	43
VII-3-3 Utilisation possible pour l'AEP	43
VII-4 Barrage de Tougou.....	45
VII-4-1 Présentation	45
VII-4-2 Utilisation actuelle.....	45

VII-4-3 Utilisation possible pour l'AEP	46
VII-5 Barrage de Toessé dit barrage de Kanazoé	48
VII-5-1 Localisation géographique.....	48
VII-5-2 Caractéristiques techniques du barrage	48
CHAPITRE VIII : CONCLUSIONS PARTIELLES.....	55
VIII-1 Retenues d'eau existantes	55
VIII-1-1 Retenue de Ouahigouya	55
VIII-1-2 Retenue de Goinré.....	55
VIII-1-3 Retenue de Tougou	56
VIII-1-4 Barrage de Toessé dit de KANAZOE	56
VIII-2 Retenues d'eau à construire.....	57
VIII-2-1 Etude du site de Zanna	57
VIII-2-1-1 Evaluation des volumes annuels d'eau écoulés sur le site de Zanna	57
VIII-2-2 Etude du site de Guitti.....	60
VIII-2-2-1 Evaluation des volumes d'eau écoulés.....	60
VIII-3 Conclusion partielle.....	64
QUATRIEME PARTIE : MOBILISATION DES RESSOURCES EN EAU ET ESTIMATION DES COÛTS DES TRAVAUX.....	66
CHAPITRE IX MOBILISATION DES RESSOURCES EN EAU	67
IX-1 AEP à partir du barrage de Kanazoé.....	67
IX-1-1 Station de traitement	68
IX-1-2 Conduites de refoulement	69
IX-2 AEP à partir du barrage de Guitti.....	72
IX-2-1 Station de traitement	73
IX-2-2 Conduite de refoulement.....	73
IX-3 AEP de la zone d'études à partir des 2 barrages	76
CHAPITRE X ESTIMATION DES COUTS DES TRAVAUX	77
X-1 AEP à partir du barrage de Kanazoé	77
X-1-1 Description des travaux.....	77
X-1-2 Pré dimensionnement des ouvrages et équipements	77
X-1-3 Bilan de puissance de l'installation.....	82
X-1-4 Estimation du coût de réalisation des travaux.....	82
X-2 AEP à partir du barrage de Guitti.....	84
X-1-1 Description des travaux.....	84
X-1-2 Pré dimensionnement des ouvrages et équipements	84
X-1-3 Bilan de puissance de l'installation.....	88
X-1-4 Estimation du coût des travaux	89

<i>X-3 AEP à partir des 2 barrages</i>	91
X-3-1 AEP des villes de Yako et Gourcy	91
X-3-2 AEP de la ville de Ouahigouya	91
X-3-3 Estimation du coût des travaux	92
XI ANALYSE TECHNIQUE ET FINANCIERE DES DIFFERENTES VARIANTES	94
<i>XI-1 Analyse technique</i>	94
XI-1-1 AEP à partir du barrage de Kanazoé	94
XI-1-1-1 Phasage des travaux	95
XI-1-2 AEP à partir du barrage de Guitti	96
XI-1-2-1 Phasage des travaux	96
XI-1-3 AEP à partir des deux barrages	97
<i>XI-2 Analyse financière</i>	98
XI-2-1 AEP à partir du barrage de Kanazoé	98
XI-2-2 AEP à partir du barrage de Guitti	98
XI-2-3 AEP à partir des 2 barrages	98
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	100
BIBLIOGRAPHIE	101
ANNEXES	103

AUTEUR : SANOU Lassina

Professeur responsable : Zoungrana Denis

Organisme encadreur : ONEA

THEME

Alimentation en eau potable de la région Nord du Burkina Faso (Ouahigouya, Gourcy, Yako) à partir d'eau de surface.

RESUME :

La région Nord du Burkina regroupant les communes de Ouahigouya, Gourcy, Yako dont les systèmes d'adduction d'eau potable ont été créés respectivement en 1963, 1988 pour les 2 dernières, est alimentée en eau potable à partir d'eau souterraine exploitée à travers des puits et des forages.

Quelques années après leur mise en service, une insuffisance de la productivité des ouvrages due à la nature géologique du socle et à une évolution rapide de la population ont été observées. La conséquence de ces deux phénomènes a provoqué un déficit de la desserte en eau.

L'objectif général de la présente étude est d'analyser les capacités de diverses retenues d'eau de surface (existantes ou non) à assurer la desserte de la zone d'études et cela dans un contexte de gestion intégrée des ressources en eau, d'estimer le coût des travaux, de proposer un programme de réalisation et enfin de proposer une retenue d'eau pouvant assurer les besoins en eau de la zone d'études.

Après avoir estimé les besoins en eau futurs de la région Nord, nous avons analysé la capacité de l'ensemble des retenues à faire face à ces besoins.

A l'issue de cette analyse, trois solutions alternatives ont été retenues pour assurer l'alimentation en eau de la zone d'études jusqu'à l'horizon 2020. Ces solutions sont :

- ✓ L'AEP à partir du barrage de Kanazoé qui est un barrage existant d'une capacité de 75 millions de m³,
- ✓ L'AEP à partir du futur barrage de Guitti qui aura une capacité de 30 millions de m³ en année décennale sèche,
- ✓ L'AEP à partir des deux barrages : le barrage de Guitti pour l'AEP de Ouahigouya et celui de Kanazoé pour l'AEP de Yako et de Gourcy.

Les coûts des travaux se chiffrent à 9 893 264 222 FCFA HT HD pour l'AEP à partir du barrage de Kanazoé, à 11 073 086 663 FCFA HT HD pour celle à partir du barrage de Guitti et à 10 700 617 223 FCFA HT HD pour l'AEP à partir des deux barrages.

Enfin une analyse technique et financière a permis de retenir la variante << AEP à partir des 2 barrages>> pour assurer de façon durable l'alimentation en eau potable de la région Nord.

Mots clés : AEP, production, alternative, gestion intégrée des ressources en eau, ressource, eau de surface, besoin, eau, capacité, retenue, barrage de Kanazoé, barrage de Guitti.

Liste des tableaux

Tableau 1 : valeurs moyennes de l'évaporation des 10 dernières années.....	8
Tableau 2 :Evolution démographique de la commune de Ouahigouya	10
Tableau 3 :Evolution démographique de la commune de Yako	11
Tableau 4:Evolution démographique de la commune de Gourcy.....	11
Tableau 5:Evolution démographique de la zone d'étude	12
Tableau 6: Demande en eau à l'échéance de la planification	20
Tableau 7:Débit des ouvrages de production du centre de Ouahigouya.....	21
Tableau 8: Typologie des abonnés ONEA Ouahigouya.....	23
Tableau 9:Hypothèses d'évaluation des besoins en eau de Ouahigouya	23
Tableau 10: Besoins en eau de la commune de Ouahigouya.....	24
Tableau 11: Besoins / ressources en eau de Ouahigouya.....	25
Tableau 12: Débit des ouvrages de production du centre de Gourcy	26
Tableau 13: Typologie des abonnés ONEA Gourcy	27
Tableau 14: Hypothèses d'évaluation des besoins en eau de Gourcy.....	27
Tableau 15: Besoin en eau de la commune de Gourcy	28
Tableau 16: Bilan besoins / ressources en eau de la commune de Gourcy.....	29
Tableau 17: Débit des ouvrages de production du centre de Yako.....	30
Tableau 18: Production journalière du centre de yako.....	30
Tableau 19: Typologie des abonnés ONEA Yako.....	31
Tableau 20: Hypothèses d'évaluation des besoins en eau de Yako	31
Tableau 21: Besoin en eau de la commune de Yako	32
Tableau 22: besoins / ressources en eau de Yako	33
Tableau 23: Besoin en eau de la zone d'études.....	35
Tableau 24: Besoins / ressources en eau de la zone d'études	36
Tableau 25: Sites de retenues d'eau identifiés par Sahel Consult et NIRAS	38
Tableau 26:Niveau de remplissage du barrage de Ouahigouya de 1985 à 1999.....	41
Tableau 27:Niveau de remplissage du barrage de Goinré de 1991 à 1998	43
Tableau 28: Bilan des prélèvements d'eau à partir du barrage de Goinré	44
Tableau 29: Bilan des prélèvements d'eau à partir du barrage de Tougou.....	47
Tableau 30: Bilan des prélèvements d'eau à partir du barrage de Kanazoé.....	53
Tableau 31:Volume d'eau annuellement écoulé sur le bassin versant de Zanna.....	60
Tableau 32:Volume d'eau annuellement écoulé sur le bassin versant de Guitti	62
Tableau 33: Situation des barrages de la zone d'études	64
Tableau 34: Capacité de traitement suivant les trois hypothèses de planification.....	68
Tableau 35: Choix de la conduite barrage Kanazoé – Ouahigouya	70
Tableau 36: Choix de la conduite barrage Kanazoé - Yako.....	71

Tableau 37: Choix de la conduite barrage de Guitti - Ouahigouya.....	73
Tableau 38: Choix de la conduite de Ouahigouya - Gourcy.....	75
Tableau 39: Choix de la conduite de Gourcy – Yako.....	75
Tableau 40: Capacité de la bêche d'eau claire.....	80
Tableau 41: Devis estimatif de l'AEP à partir du barrage de Kanazoé.....	83
Tableau 42: Devis estimatif de l'AEP à partir du barrage de Guitti.....	90
Tableau 43: Devis estimatif de l'AEP de la zone d'études à partir des 2 barrages.....	93

Liste des figures

Figure 1: Carte de situation géographique du Burkina Faso (source IRD- Montpellier 2001).....	5
Figure 2: Schéma de principe de l'AEP à partir du barrage de Kanazoé	67
Figure 3: Schéma de principe de l'AEP à partir du barrage de Guitti.....	72
Figure 4: Schéma de principe de l'AEP à partir des 2 barrages.....	76

Liste des photos

Photo 1 : Niveau du barrage de Tougou au 19/04/03	46
Photo 2 : Niveau d'eau du barrage de Kanazoé au 17/04/03	54
Photo 3 : Prélèvement d'eau au barrage de Kanazoé	54
Photo 4 : Aperçu du site du Barrage de Guitti	63

Liste des annexes

ANNEXE 1 : Détail de l'estimation des besoins en eau	104
ANNEXE 2: Levés topographiques de la digue du barrage de Guitti	109
ANNEXE 3: Résultats d'analyse des eaux des barrages de Kanazoé et de Tougou	110
ANNEXE 4: Analyse financière des systèmes d'AEP proposés.....	111
ANNEXE 5: Termes de référence de l'étude	112

SIGLES ET ABBREVIATIONS

ONEA :	Office National de l'Eau et de l'Assainissement
DDO :	Direction du Département de Ouagadougou
IRD :	Institut de Recherche pour le Développement
AGRHYMET :	Agriculture Hydrologie Météorologie
GERTEC :	Génie d'Etude de Réalisation d'assistance Technique
GIRE :	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
AEP :	Alimentation en Eau Potable
DRAHRH :	Direction Régionale de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques
F :	Forage
P :	Puits
PAS :	Puits de l'Ancienne Station
TGZ :	Tougouzagué
FG :	Forage Gourcy
FY :	Forage Yako
Q :	débit
BP :	Branchement Particulier
BF :	Borne Fontaine
Ljh :	litre par jour et par habitant
GM :	Grande Maison
PHU :	Projet d'Hydraulique Urbaine
PEEN :	Programme Eau et Environnement du Nord
CINTECH :	Cabinet d'Investigation Technique d'Expertise et de Contrôle
S :	Superficie
Ds :	Dénivelée Spécifique
Pmed :	Pluviométrie Médiane
Dd :	Densité de Drainage
Icomp :	Indice de compacité
Ig :	Indice Globale de Pente
SONABEL :	Société Nationale Burkinabé d'Electricité
PNB :	Produit National Brute

INTRODUCTION

L'eau constitue sans aucun doute le capital le plus précieux pour l'homme. En effet, elle est le facteur d'où est tirée une importante partie des moyens de subsistance de l'humanité.

Le contexte sahélien, avec la rigueur climatique, se caractérise par la rareté des pluies et leur variation considérable dans le temps et dans l'espace et ce d'une année à une autre.

Cette situation fait de la mobilisation des ressources en eau, un axe majeur pour le développement de l'économie du pays, l'amélioration des conditions de vie des populations et dont la satisfaction des besoins en eau potable des populations.

Le Burkina Faso, pays enclavé de la zone soudano-sahélienne dont l'économie est dessinée par les secteurs agricole et pastoral, a fait de la mobilisation des eaux de surface, une de ses propriétés.

L'ONEA qui est le leader dans l'alimentation en eau potable du pays a privilégié l'alimentation en eau potable des petites et moyennes villes par les eaux souterraines à travers les puits et les forages.

La nature géologique des roches du Burkina qui sont des roches cristallines ne permettant pas d'avoir des aquifères épais continus et productifs, la baisse continue de la pluviométrie au fil du temps et l'augmentation rapide de la population a provoqué un déficit en eau de consommation dans la plupart des villes dont l'alimentation en eau est basée sur les ressources d'eau souterraine.

La région Nord composée des provinces du Passoré, du Zandoma et du Yatenga qui sont entièrement desservie en eau à partir d'eau souterraine a connu au cours de ces dernières années un important déficit pluviométrique et par ricochet d'énormes difficultés d'alimentation en eau potable.

C'est dans ce contexte que l'ONEA a demandé de lui proposer une possibilité d'alimentation en eau potable de la région Nord à partir des eaux de surface.

Pour répondre à ce souci, plusieurs activités ont été menées dont les résultats font l'objet du présent document qui se présente en quatre parties.

La première partie comporte la présentation de la zone d'études et la méthodologie de l'étude, La deuxième partie porte sur le diagnostic des systèmes de production et l'estimation des besoins en eau des trois communes de la zone d'études,

La troisième partie a concerné l'étude des alternatives pour l'alimentation en eau potable de la zone d'études,

La quatrième partie porte sur la mobilisation des ressources en eau qui ont été retenues pour l'alimentation en eau de la zone d'études, les coûts et le phasage des travaux.

PROBLEMATIQUE DE L'ETUDE

La région Nord du Burkina se compose des provinces du Passoré (chef lieu Yako) du Zandoma (chef lieu Gourcy) et du yatenga (chef lieu Ouahigouya) . Les chefs lieux de province sont situés respectivement à 110, 140 et 180 km de Ouagadougou la capitale du Burkina Faso.

Les 3 villes (Yako, Gourcy, Ouahigouya) connaissent depuis environ cinq ans un sévère déficit en eau potable dans l'alimentation en eau des populations.

L'ONEA qui est la structure para-étatique chargée de la mobilisation, du traitement et de la distribution d'eau dans ces villes à travers ses activités de planification a remarqué ce déficit important d'approvisionnement dans les 3 villes. Ce déficit va d'avantage s'accroître au cours des prochaines années si aucune disposition n'est prise.

Dans le cadre de la réduction de ce déficit plusieurs solutions ont été recherchées parmi lesquelles on peut citer :

- Les recherches approfondies à travers des études hydrogéologiques d'eau souterraine dans l'ensemble des 3 villes de la zone d'étude,
- Le renforcement de l'alimentation en eau potable de la ville de Ouahigouya, à partir du barrage de Goinré
- L'alimentation en eau potable de la zone d'étude à partir d'eau de surface.

Le travail dans le cadre de cette étude consiste à proposer à l'ONEA une source d'eau de surface pérenne qui servira à moyen et à long terme à l'alimentation en eau potable des villes de Ouahigouya, Yako et Gourcy. La finalité de la présente étude est donc de choisir une source d'eau de surface devant permettre de sécuriser l'alimentation en eau potable de l'ensemble de la zone d'étude. Pour ce faire l'étude vise spécifiquement :

- à identifier les sites possibles de mobilisation des ressources en eau de surface ou des ressources en eau de surface déjà mobilisées,
- évaluer la ressource mobilisable lorsque celle-ci n'est pas connue sur chaque site,
- faire le bilan des prélèvements d'eau sur chaque site (existant comme à construire),
- comparer les ressources mobilisables aux besoins des 3 villes,
- faire des propositions techniques d'AEP des 3 villes à partir du site retenu. Ces propositions seront axées sur l'adduction et le traitement,
- Evaluer le coût prévisionnel des travaux,
- Déterminer le coût du m³ d'eau à partir de chaque système proposé.

**Première partie : CONTEXTE GENERAL ET APPROCHE
METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE**

Chapitre I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le Burkina Faso s'étend sur une superficie de 274000Km² dans la zone soudano-sahélienne en Afrique de l'Ouest. Il est situé entre les longitudes de 6° Ouest et 2° 30' Est et les latitudes 9° Nord et 15° Nord. Pays enclavé, il partage ses frontières avec six pays : le Mali, le Niger, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo et le Bénin. Le Burkina Faso connaît une faible productivité par habitant (870 \$ US/an) (Annuaire économique et géopolitique mondiale, 2001). Plusieurs raisons expliquent cette situation. Il s'agit entre autre :

- La forte densité démographique (moyenne nationale 45 habitants/Km²) ;
- La faiblesse des ressources énergétiques naturelles (cours d'eau, richesse du sous-sol, etc) ;
- Le faible développement industriel ;
- La faible productivité agricole.

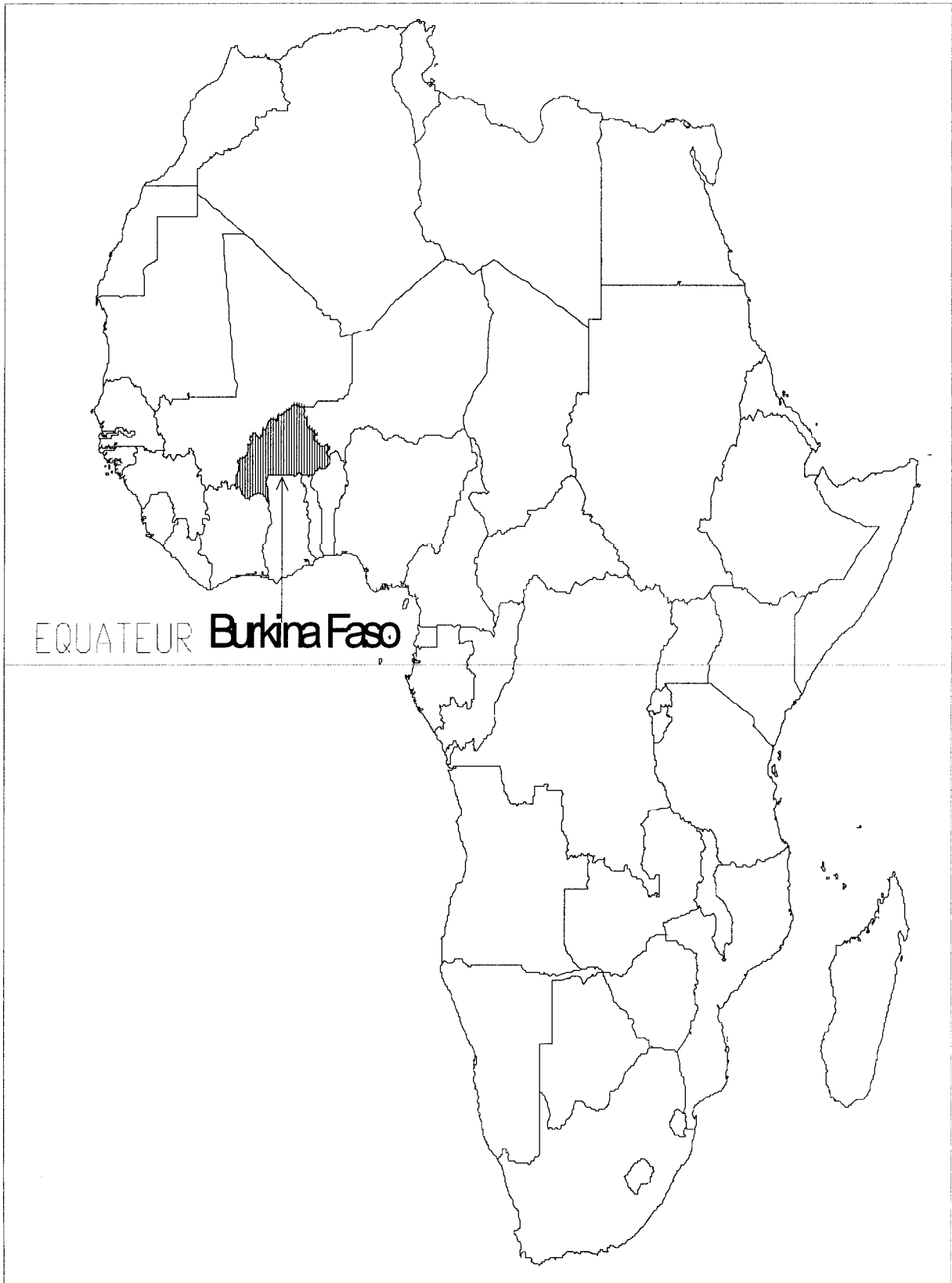
L'agriculture représente les 2/5 du PNB et occupe avec l'élevage plus de 80% de la population. Sur 90% de la superficie cultivée, on pratique une culture de subsistance telle que le sorgho, le mil, le niébé, le maïs.

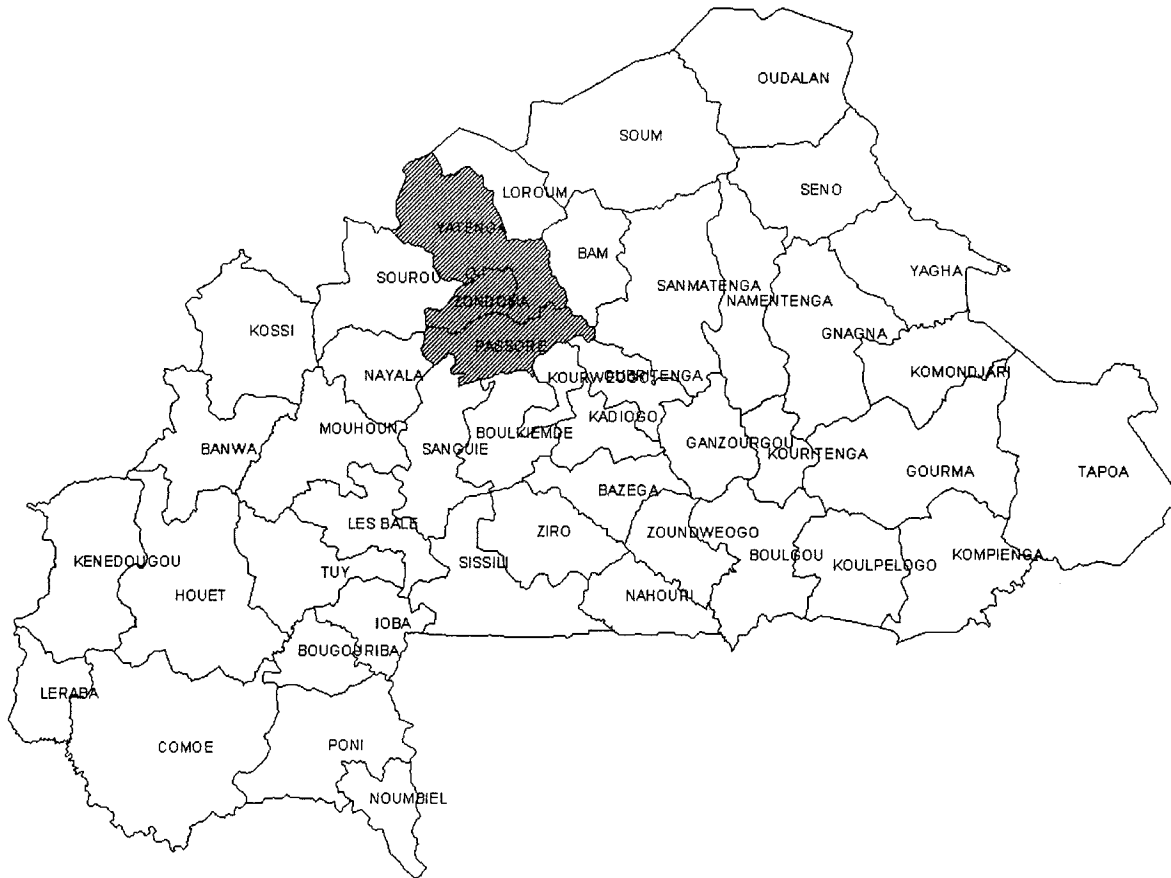
Administrativement, le territoire national est divisé en 45 provinces. Un texte de loi voté courant 2001 regroupe les provinces en 13 régions.

Le Burkina Faso est situé sur 3 bassins versants internationaux : la volta, le Niger, la comoé. Ces 3 bassins sont eux même subdivisés en quatre bassins versants nationaux : le Nakanbé qui couvre 58410 Km², le Mouhoun 91570 Km², le Niger 75 000 Km², et la Comoé 17000 Km². Quant aux eaux souterraines, on distingue l'aquifère continu de la plaine de Gondo, les grès du Sud-Ouest et enfin l'aquifère discontinu du socle précambrien (IWACO-DGH, 2001)

Ce sont les villes principales de la région Nord ainsi que les ressources en eau qui font l'objet de notre étude.

Figure 1: Carte de situation géographique du Burkina Faso (source IRD- Montpellier 2001)





I-1 Milieu physique de la zone d'étude

I-1-1 Situation géographique

La zone d'étude concerne les provinces du Passoré (chef lieu Yako), du Zandoma (chef lieu Gourcy), et du Yatenga (chef lieu Ouahigouya). Les trois chefs lieux de provinces sont situés sur la route nationale N°2, reliant la capitale Ouagadougou à la ville de Mopti au Mali. Les distances sont :

- Ouagadougou – Yako :110Km,
- Ouagadougou – Gourcy :140Km soient 30Km de Yako,
- Ouagadougou – Ouahigouya : 180Km soient 40Km de Gourcy.

I-1-2 Le climat

La circulation générale de l'atmosphère au-dessus de la zone d'étude dépend à la fois des hautes pressions tropicales et de l'équateur météorologique dont les migrations saisonnières déterminent les caractéristiques des flux d'air et les types de temps résultants.

On distingue ainsi sous l'influence des anticyclones des Açores, une longue saison sèche d'octobre à avril au cours de laquelle soufflent les vents d'Est chargés de poussière ou harmattan. Ces vents ont de fortes vitesses dans la journée. Cette période se caractérise également par des amplitudes thermiques très accusées, 15° à 42° C (Météorologie nationale, 2002), ce qui entraîne des capacités d'évaporation très élevées sur les plans d'eau.

Le réchauffement de l'hémisphère Nord, consécutif au mouvement zénithal du soleil conduit à l'installation progressive de la mousson dans la zone qui s'étale de mai à septembre. Les vents dominant à cette période ont une direction sud-ouest. L'épaisseur et les perturbations de la mousson dont le moteur est l'air polaire, déterminent les types de précipitations. On rencontre souvent dans la région, des orages isolés de grande intensité.

En saison pluvieuse, l'humidité de l'air est supérieure à 50%. Elle atteint sa valeur maximale (70 à 80%) au cours du mois d'août pour ensuite redescendre pendant la saison sèche à environ 28% (Météorologie nationale, 2002).

I-1-3 l'évaporation

L'évaporation est l'un des problèmes majeurs au niveau de la mobilisation des eaux de surface. Dans la région Nord elle atteint ses valeurs maximales entre Mars et Juin.

Les valeurs moyennes des dix dernières années de l'évaporation de la zone d'études se présentent comme suit :

Tableau 1 : valeurs moyennes de l'évaporation des 10 dernières années

Période	Valeurs moyennes journalières (mm)
Janvier	9,9
Février	11,7
Mars	13,2
Avril	12,7
Mai	12,2
Juin	10,5
Juillet	7,9
Août	5,5
Septembre	5,8
Octobre	7,5
Novembre	9,3
Décembre	9,4

L'évaporation est donc une contrainte importante pour les réservoirs artificiels à construire pour la mobilisation permanente des eaux de surface. En effet pour être pérennes ceux-ci doivent avoir une tranche d'eau supérieure à 2 mètres.

I-1-4 Les sols

La région de l'étude appartient à la zone de socle comprenant des roches d'âge Birrimien et Antébirrimien (Carte géologique du Burkina, 1995). Ce sont des roches cristallines comportant une métamorphose importante. Ces roches sont principalement composées de granite ou de granitoïdes avec un relief relativement monotone d'altitude moyenne de 330 m.

On rencontre ainsi dans la zone des sols d'une grande variété de structure, de texture et de fertilité. (ICRISAT, 1987) Nous pouvons citer entre autres :

- Les sols peu évolués de texture sablo-gravillonnaire en surface, situés dans les zones les plus hautes ;
- Les vertisols de textures argileuses, situés en zone moyenne ;
- Les sols brunifiés de texture sablo-argileuse en surface et limono-argileuse en profondeur ;
- Les sols hydromorphes de texture fortement argileuse situés dans les zones basses.

Notons que les sols les plus exploités en agriculture sont argilo-sableux ou sablo-argileux souvent lessivés, érodés et exposés à l'érosion hydrique et éolienne du fait de la dégradation du couvert végétal.

I-1-5 La végétation

Le paysage végétal dominant dans la région est la savane arborée ou arbustive. Cette végétation est caractérisée par deux types de groupements (AGRHYMET, 1992) :

- Le groupement à *Acacia seyal* sur sol argileux ;
- Le groupement à *Combretum glutinosum* sur sol plus léger.

Le premier type de groupement comprend des arbres de grande taille tel que *l'Adansonia digitata* (baobab), le *Sterculia tomentosa*, le *Guiera senegalensis*, le *Maytus senegalensis*, le *Combretum glutinosum*, *l'Anogeissus leiocarpus*, et d'espèce épineuses comme le *Balanites aegyptiaca*, le *Ziziphus mauritiana*.

Le groupement à *Combretum glutinosum* varie d'une savane arbustive à une savane arborée comprenant outre de nombreux *Combretum glutinosum*, *Combretum nigricans*, des *Guiera senegalensis*, *boscia senegalensis*, *Bombax costatum*, *Khaya senegalensis*, etc (AGRHYMET, 1992) .

I-1-6 Hydrologie

La région est moyennement arrosée avec une pluviométrie annuelle de 550 mm (service de la météorologie nationale, 2002). Elle appartient au bassin versant du Nakambé, l'un des quatre grands bassins versant du pays. On dénombre quelques cours d'eau et retenues non pérennes essentiellement dû à leur exploitation intensive à des fins agricoles.

Les principales ressources en eau de la région proviennent des ressources souterraines exploitées par le biais de puits et forages. La forte exploitation de ces ouvrages et la baisse de la pluviométrie au fil des ans a provoqué une baisse très sensible du niveau de la nappe phréatique.

I-2 Milieu humain

I-2-1 Démographie

Dans le cadre de cette étude nous nous intéresserons à l'ensemble de la population communale, car les trois villes de la zone d'études sont érigées en commune.

La population urbaine sera elle concernée par le réseau d'eau potable géré par l'ONEA, tandis que le reste de la population communale s'alimentera en eau potable à partir des ressources alternatives.

I-2-1-1 Population de la commune de Ouahigouya

Les enquêtes démographiques réalisées par l'INSD en 1996 et le comptage effectué par le bureau d'étude GERTEC en 2002 ont permis d'estimer la population de la commune à 65223 habitants au 31/12/2002.

Ces mêmes documents ont permis d'estimer le taux d'accroissement de la population à 3% par an.

Tableau 2 : Evolution démographique de la commune de Ouahigouya

Année	2002	2005	2010	2015	2020
Population	65223	71271	82623	95782	111038

I-2-1-2 Population de la commune de Yako

En se référant à l'enquête démographique réalisée par l'INSD en 1996, la population de la commune de Yako est estimée à 21748 habitants au 31/12/2002.

Ces mêmes documents permettent aussi d'estimer le taux d'accroissement de la population à 2,7% par an.

Tableau 3 :Evolution démographique de la commune de Yako

Année	2002	2005	2010	2015	2020
Population	21748	23557	26914	30749	35130

I-2-1-3 Population de la commune de Gourcy

En se référant à l'enquête démographique réalisée par l'INSD en 1996, la population de la commune de Gourcy est estimée à 22515 habitants au 31/12/2002.

Ces mêmes documents permettent de fixer le taux d'accroissement de la population à 2% par an.

Tableau 4:Evolution démographique de la commune de Gourcy

Année	2002	2005	2010	2015	2020
Population	22515	23893	26379	29125	32156

I-2-1-4 Population de la zone d'étude

La zone d'étude regroupant les villes de Ouahigouya, Gourcy et Yako a une population estimée à 109 485 habitants au 31/12/2002.

Tableau 5: Evolution démographique de la zone d'étude

Année	2002	2005	2010	2015	2020
Population	109485	118721	135916	170912	178325

I-2-2 Organisation socio-politique

La société de Mossi qui est l'ethnie majoritaire de la zone d'étude est caractérisée par différents niveaux d'une pyramide, extrêmement hiérarchique, de communautés socio-politiques. L'organisation sociale est basée sur un système de parenté patrilinéaire. Le pouvoir est distribué entre : le pouvoir politique aux mains du chef de village issu des descendants conquérants et le pouvoir religieux aux mains du chef (maître) de la terre issue des autochtones.

Ces populations organisent l'exploitation de la terre en fonction des différents niveaux de structures sociales existant dans la société. A chaque groupe ou sous-groupe parental correspond une portion de la terre des ancêtres. Cette forme d'organisation entraîne une grande consommation de l'espace au lieu de son usage intensif

Le système traditionnel de gestion des terres, basé sur l'unité familiale ou lignagère, ne confère pas à la femme un droit foncier parce qu'elle est considérée comme étrangère par les liens du mariage. Cependant, elle constitue une force de travail essentielle dans le foyer.

I-2-3 Principales activités

La zone d'étude est essentiellement dominée par les secteurs agricole, commercial et pastoral. Cependant, les activités agricoles et pastorales demeurent arriérées et fortement tributaires des aléas climatiques notamment la pluviométrie.

I-2-3-1 L'agriculture

Une agriculture extensive pluviale est pratiquée dans la zone d'étude avec des spéculations essentiellement céréalières. Les produits cultivés se composent de mil, sorgho, haricot et dans une moindre mesure de riz, d'arachide. Le système de production se traduit par une agriculture orientée vers la subsistance, l'extension des zones de cultures donc la

suppression de la jachère. En outre, le système se caractérise sous l'effet conjugué des facteurs pédologiques et climatiques peu favorables à de faibles rendements.

Les activités agricoles de contre saison se pratiquent surtout autour des retenues de surface de la zone d'étude. A cette période, la culture irriguée conduit à la production de pomme de terre, tomate, oignon, aubergine, choux, etc. L'agriculture dans cette zone comme pour le reste du pays, connaît d'énormes difficultés. On peut citer entre autres :

- Le faible niveau d'équipement (charrue, charrette et autres équipements agricoles) ;
- Les difficultés d'accès aux intrants (coût élevé par rapport au pouvoir d'achat des paysans) ;
- L'insuffisance des terres cultivables ;
- La baisse de la fertilité des sols ;
- L'insuffisance de la pluviométrie et sa mauvaise répartition spatio-temporelle.

I-2-3-2 L'élevage

A des degrés divers, cette activité est menée par la quasi-totalité de la population de la zone. Elle constitue souvent pour le paysan, une source d'épargne. Les espèces élevées sont : les bovins, les ovins, les caprins, les porcins, les asins, les équins et la volaille.

En générale, l'élevage des bovins se pratique de deux manières : l'élevage extensif transhumant et l'élevage sédentaire. Le premier est essentiellement utilisé par les Peuhls avec des troupeaux composés d'au moins 15 têtes. Quant à l'élevage sédentaire, il se pratique pour les troupeaux bovins de petite taille (2 à 10 têtes) et pour les autres espèces.

Les contraintes dans le domaine sont marquées par :

- Une insuffisance et une pauvreté de l'alimentation surtout en saison sèche ;
- Une insuffisance des infrastructures et équipement d'élevage (piste à bétail, parc à vaccination) ;
- Un faible niveau de technicité des éleveurs ;
- Une insuffisance des soins vétérinaires ;
- Des problèmes fonciers avec les agriculteurs.

I-2-3-3 Le commerce

Ce secteur constitue une source de revenus importante de la population. Ce secteur d'activités est le domaine aussi bien des boutiquiers des grands marchés que du secteur

informel, en passant par les riches commerçants dont les zones d'action touchent les grands centres urbains du pays et le niveau international.

Chapitre II : APPROCHE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE

La présente étude a pour objectif l'alimentation en eau potable de la région Nord (Ouahigouya, Yako, Gourcy) à moyen et long terme à partir d'eau de surface.

Pour atteindre ces objectifs nous avons adopté une méthodologie combinant la recherche documentaire et leur traitement, les entretiens avec les différentes structures et responsables impliqués dans la gestion de l'eau, et enfin les observations de terrain.

Ainsi, l'étude a été réalisée en adoptant les trois étapes suivantes :

- la phase de recherche documentaire,
- les entretiens, visites et travaux de terrain,
- le traitement des données.

II-1 Recherche documentaire

Elle a constitué la première prise de contact avec le sujet de mémoire et le contexte dans lequel il s'inscrit. Cela nous a permis de faire la collecte des informations indispensables à la conduite de l'étude. Au cours de cette phase nous avons axé notre recherche sur deux types de documentation à savoir :

- les documents existants sur le pays et la zone d'étude en matière de gestion des ressources en eau (eau souterraine comme eau de surface),
- les documents abordant des thèmes similaires ou ayant certains points communs avec notre sujet de mémoire.

L'ensemble de ces documents a été obtenu auprès :

- des structures politiques notamment les Mairies de communes des trois villes concernées par l'étude,
- des structures fonctionnelles telles que la GIRE (Gestion Intégrée des Ressources en Eau), la Direction Régionale de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques (DRAHRH), la Direction Générale de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques (DGIRH), la Direction Générale de l'Hydraulique (DGH), l'INSD (l'Institut National de la Statistique et de la Démographie),
- des structures opérationnelles notamment l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA).

II-2 Entretien et travaux de terrain

II-2-1 Entretien

Ces entretiens ont concerné les responsables et structures suivantes :

- Les autorités municipales : l'entretien a été axé sur leur approche de la gestion intégrée des ressources en eau de la commune, leur contribution à la gestion de l'alimentation en eau potable des communes, sur les pôles de croissance futures des communes.
A l'issue des entretiens nous avons pu obtenir de la documentation sur la population et son évolution.
- Les responsables de centres ONEA (Yako, Gourcy, Ouahigouya). Ces entretiens ont porté sur les centres et leur évolution depuis leur création, les difficultés actuelles d'alimentation en eau potable, les modes de gestion actuelle des centres.
- La Direction Régionale de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques : les trois villes de zone dépendant de cette Direction, l'entretien a porté sur les ressources en eau de la région, l'état physique des ouvrages et leur utilisation actuelle ; leur avis sur le respect de la gestion intégrée des ressources en eau a également fait l'objet d'échanges.

II-2-2 Visite et travaux de terrain

Au cours de notre séjour dans la zone d'études, (du 10/04 au 26/04/2003) nous avons visité les systèmes d'adduction d'eau potable gérés par l'ONEA, les retenues d'eau de surface situées dans un rayon de 25 km environ de chaque ville de la zone d'étude. Nous avons également visité les futurs sites de barrages et leurs bassins versants. Ces sites ont été retenus par l'ONEA et la DGIRH pour la construction de nouvelles retenues d'eau devant servir à l'alimentation en eau potable de la ville de Ouahigouya. Au cours de la visite de ces nouveaux sites, nous avons effectué des levés topographiques pour l'estimation des volumes maximaux d'eau qu'ils peuvent contenir.

II.3 Traitement des données

Cette phase a consisté à l'exploitation de l'ensemble de la documentation obtenue au cours de la recherche documentaire, des entretiens et observations de terrain. Ce travail nous a permis de dégager des tendances et des informations utiles à l'élaboration du présent mémoire de fin d'étude. L'exploitation des données a donc permis :

- L'estimation des populations : un recoupement entre les données du recensement général de la population de 1996 et les résultats des enquêtes menées par des

consultants et des bureaux d'études mandatés par l'ONEA dans le cadre de l'appui au plan de développement a permis d'évaluer la population actuelle des communes concernées. Les mêmes sources ont facilité l'estimation des taux d'accroissement de chaque commune et donc d'estimer la population future.

- L'évaluation des consommations en eau : l'analyse statistique menée sur les rapports techniques d'exploitation de l'ONEA de 1989 à 2001 et les résultats des enquêtes des bureaux d'études ont permis d'estimer les consommations spécifiques d'eau au niveau des branchements particuliers, des bornes fontaines et des autres consommateurs (grande maison, industries, et les administrations).
- Gestion intégrée des ressources en eau : pendant longtemps les ressources en eau ont été gérées de façon sectorielle. Cette forme de gestion qui ne tenait pas compte des besoins de tous les utilisateurs a eu des conséquences sur les écosystèmes et crée des conflits sur l'utilisation des ressources en eau.

Dans le cadre de cette étude nous avons adopté la démarche préconisée par le projet GIRE qui à la différence de la gestion sectorielle, prend en considération tous les facteurs pertinents et associe tous les acteurs concernés en vue d'un partage équitable et d'une utilisation équilibrée, écologiquement rationnelle et durable des ressources en eau.

Cette démarche a donc permis au niveau de l'évaluation des ressources mobilisables par l'AEP de tenir compte de :

- La demande en eau pour l'élevage,
- La demande en eau pour l'irrigation,
- L'évaporation,
- L'infiltration,
- L'envasement.

Conclusion partielle

En conclusion nous pouvons dire que cette méthodologie a permis de collecter des données d'une fiabilité suffisante pour notre étude.

Elle a également permis :

- De vérifier la conformité des données avec les systèmes d'adduction d'eau existants,
- D'établir le type de gestion actuelle des ressources en eau,
- Vérifier la capacité des systèmes existants à alimenter les villes concernées en eau,
- De faire des propositions d'amélioration des systèmes actuelles d'adduction d'eau potable,
- Vérifier la faisabilité technique des nouvelles propositions d'alimentation en eau des villes concernées,
- D'estimer les coûts de ces propositions,

- De mener une étude technique et financière des différentes variantes proposées en vue de retenir la source d'eau devant servir à l'alimentation en eau des trois villes.

**Deuxième partie : DIAGNOSTIC DES SYSTEMES DE
PRODUCTION ET ESTIMATION DES BESOINS EN EAU**

Les besoins en eau de la zone d'études ont été estimés en admettant les trois hypothèses suivantes :

- L'hypothèse haute caractérisée par un taux de couverture de la population de 96%, une consommation spécifique au BP de 70 l/h/j et une consommation spécifique à la BF de 35 l/h/j,
- L'hypothèse moyenne caractérisée par un taux de couverture de la population de 90%, une consommation spécifique au BP de 60 l/h/j et une consommation spécifique à la BF de 30 l/h/j,
- L'hypothèse basse caractérisée par un taux de couverture de la population de 85%, une consommation spécifique au BP de 50 l/h/j et une consommation spécifique à la BF de 25 l/h/j.

Les besoins en eau à l'échéance de la planification se présentent comme suit :

Tableau 6: Demande en eau à l'échéance de la planification

Hypothèses de planification			Besoins maximaux à l'échéance de la planification (m3/j)			
TC (%)	Cons BP(ljh)	Cons BF(ljh)	Ouahigouya	Yako	Gourcy	Total
96	70	35	8648	2292	1061	12001
90	60	30	7890	1872	980	10742
85	50	25	7133	1452	899	9484

Dans le tableau précédent :

TC = taux de couverture de la population,

Cons BP = consommation d'eau au branchement particulier en ljh,

Cons BF = consommation d'eau à la borne fontaine ljh.

Dans le présent rapport nous avons utilisé les besoins moyens.

Chapitre III Commune de Ouahigouya

Ouahigouya qui est la capitale administrative de la province du Yatenga est un centre secondaire de l'ONEA situé à 180 Km de Ouagadougou par la RN2 axe Ouagadougou-Ouahigouya-frontière du Mali.

La commune de Ouahigouya est devenue commune de plein exercice depuis 1959 et compte à ce jour 15 secteurs et dirigée par un maire élu, assisté de 45 conseillers.

III-1 Evaluation des ressources en eau de Ouahigouya

III-1-1 Description du système d'AEP existant

Le centre ONEA de Ouahigouya a été créé en 1963 et compte à ce jour 23 ouvrages de production dont 12 forages et 11 puits répartis sur 6 stations de pompage :

- Station Aval I comprenant les ouvrages F1, P1, P2, P6
- Station Aval II comprenant les ouvrages F3, F4, F5, P3, P4, P5
- Station Goinré puits regroupant les puits P7, P8, P9
- Station de Tougouzagué comprenant les forages TGZ1, TGZ2, TGZ3
- Station PAS regroupant les puits PAS 1, PAS 2,
- Station de Yisgui qui vient de voir le jour (Avril 2003)suite à un manque crucial d'eau, comprend 5 forages,
- Station composée d'unités compactes traitant l'eau du barrage de Goinré. Cette station a été mise en service au cours de l'année 2002 et cela pour faire face aux difficultés d'alimentation en eau qu'a connu la ville.

L'ensemble des ouvrages en exploitation est situé en aval et en amont du barrage dit de Kanazoé et de Goinré situé à environ 6 Km de la ville.

Les débits d'exploitation des forages et puits sont :

Tableau 7: Débit des ouvrages de production du centre de Ouahigouya

F1	F3	F4	F5	P1	P2	P3	P4	P5	P6
13 m3/h	13 m3/h	10 m3/h	13 m3/h	12 m3/h	12 m3/h	13 m3/h	16 m3/h	16 m3/h	13 m3/h

P7	P8	P9	PAS N°1	PAS N°2	TGZ 1	TGZ 2	TGZ 3	Unités Compactes
3 m3/h	4 m3/h	4 m3/h	15 m3/h	8 m3/h	8 m3/h	5 m3/h	6 m3/h	30 m3/h

F Yisgui1	F Yisgui2	F Yisgui3	F Yisgui4	F Yisgui5
20m ³ /h	8m ³ /h	20m ³ /h	7m ³ /h	6m ³ /h

Le débit total exploitable en eau souterraine est de **245 m³/h**

L'alimentation en eau est renforcée par des unités compactes de traitement d'eau de surface qui sont installées à l'aval du barrage de Goinré. Ces unités d'une capacité maximale de 60m³/h produisent actuellement 30m³/h amenant ainsi la capacité maximale de production du centre à $245 + 30 = 275 \text{ m}^3/\text{h}$.

Le temps réel de pompage maximum des ouvrages étant fixé à 11 heures par jour, la production journalière est donc estimée à $275 \times 11 = 3025 \text{ m}^3$.

III-1-2 Estimation des besoins en eau

III-1-2-1 Définition de quelques termes

- Taux de desserte : c'est le pourcentage de la population de l'agglomération urbaine desservie par le réseau ONEA. Cette desserte est soit assurée par les branchements particuliers soit par les bornes fontaines.
- Consommation spécifique au B.P. : elle représente la consommation moyenne d'eau par jour et par habitant au branchement particulier.
- Consommation spécifique à la B.F. : elle représente la consommation moyenne d'eau par jour et par habitant au niveau d'une borne fontaine.
- Le facteur saisonnier : il a été considéré comme étant le produit du facteur de pointe journalière et du coefficient de pointe mensuelle.
- Les pertes d'eau : elles se composent des pertes techniques (pertes durant le traitement et sur le réseau de distribution) et des pertes commerciales dues au dysfonctionnement des compteurs d'eau, des fraudes.

III-1-2-2 Besoin en eau de la commune de Ouahigouya

En fin 2002 le réseau ONEA qui couvrait 60% de la population comptait 1531 branchements actifs toute catégorie confondue et repartis comme suit :

Tableau 8: Typologie des abonnés ONEA Ouahigouya

Branchements particuliers	Bornes fontaines	Grandes maisons+industries	Administrations	ONEA	Total
1362	51	47	67	4	1531

Les besoins en eau de l'agglomération urbaine sont assurés par l'ONEA et cela par l'intermédiaire des branchements particuliers et des bornes fontaines. Les autres besoins de la commune sont assurés par des sources alternatives (puits et forages à motricité humaine) Les études socio-économiques menées par le bureau d'études GERTEC en 2002 et une étude statistique des consommations d'eau du centre de 1989 à 2001 ont permis d'estimer les consommations d'eau potable au niveau des BP (50 l/hab/j) et des BF (20 l/hab/j).

Pour tenir compte d'une évolution future des consommations le plan de développement qui a été validé par l'ONEA a retenu une consommation future de 55 à 60 l/hab/j au niveau des BP et 25 l/hab/j au niveau des BF.

D'une manière générale, les hypothèses retenues par ce plan de développement pour l'évaluation des besoins en eau de la commune sont les suivantes :

Tableau 9:Hypothèses d'évaluation des besoins en eau de Ouahigouya

Paramètres	Valeurs retenues
Taux de croissance de la population (habitants) en %	3
Taux de desserte en 2020 (%)	96
Taux de croissance des BP d'ici 2020 (%)	10
Consommation spécifique d'eau au BP (l/hab/j)	60
Consommation spécifique d'eau à la BF (l/hab/j)	25
Facteur saisonnier	1.3
Perte d'eau sur le réseau (%)	19
Consommation / jour des GM (m3)	532
Taux de croissance de la cons./jour des GM (%)	2
Consommation / jour des administrations (m3)	150
Taux de croissance de la cons./jour des administrations (%)	2
Consommation / jour de l'ONEA (m3)	15
Taux de croissance de la cons. ONEA (%)	2

En tenant compte des différents paramètres ci-dessus énumérés les besoins en eau de la commune de Ouahigouya se présentent comme suit :

Tableau 10: Besoins en eau de la commune de Ouahigouya

Année	2002	2005	2010	2015	2020
Pop. agglomération urbaine	65 223	71 271	82 623	95 782	111 038
Taux de desserte %	60	66	76	86	96
Population desservie	39 134	47 039	62 793	82 373	106 596
Taux de croissance des BP, %	3	3	4	5	10
Population desservie par BP	13610	16667	19987	25025	36077
Nombre de BP	1361	1667	1999	2502	3608
Nombre de BF	51	56	63	67	86
Population servi par BF	25 524	30 372	42 807	57 348	70 520
Cons. moy spécifique BP, ljh	52	53	56	58	60
Cons. moy spécifique BF, ljh	20	21	22	24	25
Cons. moy par jour BP, m3	708	883	1119	1451	2165
Cons. moy par jour BF, m3	510	638	942	1376	1763
Cons. moy par jour, m3	1218	1521	2061	2828	3928
Cons. moy/jour Gr. Maisons, m3	522	554	612	675	746
Cons. moy/jour Admin., m3	147	156	172	190	210
Cons. moy/jour Budg. Nat., m3	15	16	18	19	21
Cons. moy/jour Station ONEA, m3	8	8	9	10	11
Pertes, m3	448	529	674	873	1153
Besoin moy par jour total, m3	2358	2785	3545	4596	6069
Besoin max par jour, m3	3 066	3 620	4 609	5 975	7 890

Les besoins journaliers en eau de la commune de Ouahigouya sont estimés à 7890 m3 à l'échéance de la planification.

III-2 Bilan besoins / ressources en eau de Ouahigouya

Ce bilan a simplement consisté à faire une comparaison entre les capacités de production actuelle du centre et les besoins en eau de la population urbaine et cela en supposant que les capacités actuelles ne subiront aucun changement.

Ce bilan se présente comme suit :

Tableau 11: Besoins / ressources en eau de Ouahigouya

Année	Besoins max par jour (m3)	Capacité max. de product° par jour (m3)	Bilan	
			(m3)	(%)
2002	3066	3025	-41	-1
2003	3277	3025	-252	-8
2004	3479	3025	-454	-13
2005	3620	3025	-595	-16
2006	3798	3025	-773	-20
2007	3956	3025	-931	-24
2008	4209	3025	-1184	-28
2009	4390	3025	-1365	-31
2010	4609	3025	-1584	-34
2011	4878	3025	-1853	-38
2012	5087	3025	-2062	-41
2013	5352	3025	-2327	-43
2014	5593	3025	-2568	-46
2015	5975	3025	-2950	-49
2016	6257	3025	-3232	-52
2017	6597	3025	-3572	-54
2018	6939	3025	-3914	-56
2019	7463	3025	-4438	-59
2020	7890	3025	-4865	-62

Cette comparaison nous indique qu'il existe dès à présent des difficultés d'alimentation de la ville. Si aucune disposition n'est prise pour améliorer la situation, ce déficit va croître pour atteindre 62% en 2020.

Chapitre IV Commune de Gourcy

La commune de Gourcy située au Nord du Burkina, chef lieu de la province du Zandoma nouvellement créée compte neuf départements et 104 villages.

La ville de Gourcy qui est le chef lieu de la province bénéficie du statut de commune de moyen exercice depuis 1974

La commune est dirigée par un maire élu assisté de conseillers municipaux.

IV-1 Evaluation des ressources en eau

Le centre ONEA de Gourcy a été créé en mars 1988 dans le cadre du projet d'hydraulique urbain des 7 Centres secondaires sur financement des Pays Bas et de la BOAD.

Actuellement 5 forages (FG3, FG4, FG5, FG6 et FG7) alimentent la commune de Gourcy en eau potable.

Tableau 12: Débit des ouvrages de production du centre de Gourcy

Ouvrages	FG3	FG4	FG5	FG6	FG7
Débit(m3/h)	2	3.5	6	4	6
Temps max.de fonctionnement(h)	14	14	14	14	14

L'ensemble des forages en exploitation produise au maximum **21.50 m3/h** soit une production moyenne journalière de $21.5 \times 14 = 301 \text{ m3}$.

IV-2 Besoin en eau de la commune de Gourcy

A la fin de l'année 2002 la commune de Gourcy comptait 112 branchements actifs repartis de la manière suivante :

Tableau 13: Typologie des abonnés ONEA Gourcy

Branchements particuliers	Bornes fontaines	Grandes maisons+industries	Administrations	ONEA	Total
81	11	7	12	1	112

Le taux de couverture actuelle est d'environ 65%.

Des études socio-économiques effectuées par les bureaux d'études Sahel Consult et NIRAS d'une part et d'autre part une analyse statistique des consommations d'eau depuis la création du centre ont permis d'estimer à 50 l/hab/j la consommation au BP et à 12 l/hab/j celle de la borne fontaine.

Pour l'estimation des besoins en eau future le plan de développement qui a été validé par l'ONEA depuis 2001 a retenu les hypothèses suivantes pour l'estimation des besoins en eau :

Tableau 14: Hypothèses d'évaluation des besoins en eau de Gourcy

Paramètres	Valeurs retenues
Taux de croissance de la population (habitants)	1.2
Taux de desserte en 2020 (%)	90
Taux de croissance des BP d'ici 2020 (%)	10
Consommation spécifique d'eau au BP (l/hab/j)	55
Consommation spécifique d'eau à la BF (l/hab/j)	15
Facteur saisonnier	1.3
Perte d'eau sur le réseau (%)	15
Consommation / jour des GM (m3)	4
Taux de croissance de la cons./jour des GM (%)	2
Consommation / jour des administrations (m3)	3
Taux de croissance de la cons./jour des administrations (%)	2
Consommation / jour de l'ONEA (m3)	1
Taux de croissance de la cons. ONEA (%)	2

Les besoins en eau de la commune calculés sur la base des hypothèses ci-dessus citées se présentent comme suit :

Tableau 15: Besoins en eau de la commune de Gourcy

Année	2002	2005	2010	2015	2020
Pop. agglomération urbaine	22 515	23 893	26 380	29 126	32 157
Taux de desserte %	65	70	75	82	90
Population desservie	14 635	16 725	19 785	23 883	28 941
Taux de croissance des BP, %	2	5	6	8	10
Population desservie par BP	1 215	1 093	1 449	2 070	3 244
Nombre de BP	81	91	121	173	270
Nombre de BF	11	12	14	16	23
Population servi par BF	13 420	15 632	18 336	21 813	25 697
Cons. moy spécifique BP, ljh	55	55	55	55	55
Cons. moy spécifique BF, ljh	15	15	18	20	20
Cons. moy par jour BP, m3	67	60	80	114	178
Cons. moy par jour BF, m3	201	234	330	436	514
Cons. moy par jour, m3	268	295	410	550	692
Cons. moy/jour Gr. Maisons, m3	4	4	5	5	6
Cons. moy/jour Admin., m3	3	3	3	4	4
Cons. moy/jour Budg. Nat., m3	3	3	3	4	4
Cons. moy/jour Station ONEA, m3	2	2	2	3	3
Pertes, m3	20	20	25	32	45
Besoin moy par jour total, m3	300	327	449	597	754
Besoin max par jour, m3	390	425	583	777	980

A l'échéance de la planification les besoins journaliers en eau seront estimés à 980m3

IV-3 Bilan besoins / ressources en eau de Gourcy

Ce bilan se présente comme suit :

Tableau 16: Bilan besoins / ressources en eau de la commune de Gourcy

Année	Besoins max par jour (m3)	Capacité max. de product° par jour (m3)	Bilan	
			(m3)	(%)
2002	390	301	-89	-23
2003	393	301	-92	-23
2004	416	301	-115	-28
2005	425	301	-124	-29
2006	446	301	-145	-33
2007	457	301	-156	-34
2008	539	301	-238	-44
2009	552	301	-251	-45
2010	583	301	-282	-48
2011	606	301	-305	-50
2012	640	301	-339	-53
2013	724	301	-423	-58
2014	742	301	-441	-59
2015	777	301	-476	-61
2016	821	301	-520	-63
2017	869	301	-568	-65
2018	909	301	-608	-67
2019	952	301	-651	-68
2020	980	301	-679	-69

Le tableau indique déjà une grande différence entre les besoins en eau et la production maximale du centre. C'est ce qui explique la difficulté d'alimentation en eau potable que connaît la ville depuis un certain temps. Si aucune disposition n'est prise, on assistera à une situation beaucoup plus difficile au cours des années à venir.

Chapitre V Commune de Yako

La commune de Yako est située dans la province de Passoré à 109 Km au Nord-Ouest de Ouagadougou.

La ville de Yako qui est le chef de la province a été érigée en commune de pleine exercice en 1995 avec un maire élu et des conseillers.

V-1 Evaluation des ressources en eau

Le centre ONEA de Yako a été créé en mars 1988 dans le cadre du projet "Sept centres secondaires" financé par les Pays Bas et la BOAD.

La commune est actuellement alimentée en eau potable à partir de 8 forages (FY1, FY2, FY3, FY4, FY5, FY6, FY7 et FY8) d'un débit cumulé de **58 m³/h**.

Tableau 17: Débit des ouvrages de production du centre de Yako

Ouvrages	FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7	FY8
Débit(m ³ /h)	7	3	5	7	12	4	10	10
Temps max.de fonctionnement(h)	18	18	18	16	12	14	14	14

La production journalière se présente comme suit :

Tableau 18: Production journalière du centre de yako

	FY1	FY2	FY3	FY4	FY5	FY6	FY7	FY8	Total
Q(m ³ /h)	7	3	5	7	12	4	10	10	58
Temps(h)	18	18	18	16	12	14	14	14	
Production (m ³)	126	54	90	112	144	56	140	140	862

La capacité de production du centre de Yako est donc de **862 m³/jour**

V-2 Besoins en eau de la commune de Yako

En fin 2002 le réseau ONEA couvrait 66% de la population et comptait 191 branchements actifs toute catégorie confondue et repartis comme suit :

Tableau 19: Typologie des abonnés ONEA Yako

Branchements particuliers	Bornes fontaines	Grandes maisons+industries	Administrations	ONEA	Total
147	16	4	23	1	191

Des études socio-économiques menées par Sahel Consult et NIRAS, et une analyse des consommations d'eau depuis sa création ont permis d'évaluer la consommation d'eau potable au BP à 69 l/hab/j et à 30 l/hab/j à la BF.

Le plan de développement a retenu les hypothèses suivantes pour l'estimation des besoins en eau de la commune

Tableau 20: Hypothèses d'évaluation des besoins en eau de Yako

Paramètres	Valeurs retenues
Taux de croissance de la population (habitants)	2
Taux de desserte en 2020 (%)	90
Taux de croissance des BP d'ici 2020 (%)	10
Consommation spécifique d'eau au BP (l/hab/j)	70
Consommation spécifique d'eau à la BF (l/hab/j)	30
Facteur saisonnier	1.3
Perte d'eau sur le réseau (%)	15
Consommation / jour des GM (m3)	11
Taux de croissance de la cons./jour des GM (%)	5
Consommation / jour des administrations (m3)	56
Taux de croissance de la cons./jour des administrations (%)	5
Consommation / jour de l'ONEA (m3)	1
Taux de croissance de la cons. ONEA (%)	5

Les besoins en eau ont été calculés sur la base des hypothèses ci-dessus indiquées

Tableau 21: Besoins en eau de la commune de Yako

Année	2002	2005	2010	2016	2020
Pop. agglomération urbaine	21 748	23 558	26 914	30 749	35 131
Taux de desserte %	71	75	83	90	96
Population desservie	15 386	17 713	22 230	27 674	33 726
Taux de croissance des BP, %	15	8	8	8	10
Population desservie par BP	1 189	1 498	2 201	3 235	4 753
Nombre de BP	129	163	239	352	517
Nombre de BF	16	17	21	25	26
Population servi par BF	14 197	16 215	20 028	24 440	28 973
Cons. moy spécifique BP, ljh	70	70	70	70	70
Cons. moy spécifique BF, ljh	30	30	30	30	30
Cons. moy par jour BP, m3	83	105	154	226	333
Cons. moy par jour BF, m3	426	486	601	733	869
Cons. moy par jour, m3	509	591	755	960	1202
Cons. moy/jour Gr. Maisons, m3	11	11	11	11	11
Cons. moy/jour Admin., m3	5	5	5	5	5
Cons. moy/jour Budg. Nat., m3	5	5	5	5	5
Cons. moy/jour Station ONEA, m3	1	1	1	1	1
Pertes, m3	94	108	137	173	216
Besoin moy par jour total, m3	625	722	915	1155	1440
Besoin max par jour, m3	813	939	1 189	1 502	1 872

V-3 Bilan besoins / ressources en eau de Yako

Ce bilan se présente comme suit :

Tableau 22: besoins / ressources en eau de Yako

Année	Besoins max par jour (m3)	Capacité max. de product° par jour (m3)	Bilan	
			(m3)	(%)
2002	813	862	49	6
2003	853	862	9	1
2004	895	862	-33	-4
2005	939	862	-77	-8
2006	984	862	-122	-12
2007	1032	862	-170	-16
2008	1082	862	-220	-20
2009	1134	862	-272	-24
2010	1189	862	-327	-28
2011	1246	862	-384	-31
2012	1306	862	-444	-34
2013	1368	862	-506	-37
2014	1434	862	-572	-40
2015	1502	862	-640	-43
2016	1573	862	-711	-45
2017	1648	862	-786	-48
2018	1727	862	-865	-50
2019	1809	862	-947	-52
2020	1872	862	-1010	-54

Ce tableau indique un léger équilibre(2002 à 2003) entre les besoins en eau et la production maximale du centre. A partir de 2004 les besoins en eau ne seront plus couverts et cela jusqu'à l'échéance de la planification (2020).

**Troisième partie : ETUDE DES ALTERNATIVES POUR
L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA REGION NORD**

Chapitre VI Les données de la zone d'études

VI-1 Estimation des besoins en eau de la zone d'études

La zone d'études étant composée des communes de Ouahigouya, Yako et Gourcy, nous avons effectué la somme des besoins journaliers de chaque ville pour obtenir les besoins en eau de l'ensemble de la zone d'études. L'estimation de ces besoins donne les résultats suivants

Tableau 23: Besoins en eau de la zone d'études

Année	2002	2005	2010	2015	2020
Pop. agglomération urbaine	109 486	118 722	135 917	155 657	178 325
Taux de desserte %	63	69	77	86	95
Population desservie	69 154	81 477	104 808	133 930	169 263
Taux de croissance des BP, %	14	4	5	6	
Population desservie par BP	16 014	19 258	23 637	30 330	44 073
Nombre de BP	1571	1921	2359	3027	4395
Nombre de BF	78	85	98	108	135
Population servi par BF	53 140	62 219	81 171	103 600	125 190
Cons. moy spécifique BP, ljh	54	54	57	59	61
Cons. moy spécifique BF, ljh	21	22	23	25	25
Cons. moy par jour BP, m3	858	1048	1353	1792	2676
Cons. moy par jour BF, m3	1138	1359	1873	2546	3146
Cons. moy par jour, m3	1995	2407	3226	4338	5822
Cons. moy/jour Gr. Maisons, m3	537	569	627	691	762
Cons. moy/jour Admin., m3	155	164	181	199	219
Cons. moy/jour Budg. Nat., m3	23	24	26	28	31
Cons. moy/jour Station ONEA, m3	11	12	13	14	15
Pertes, m3	562	657	836	1079	1414
Besoin moy par jour total, m3	3284	3834	4908	6349	8264
Besoin max par jour, m3	4269	4984	6381	8254	10743

VI-2 Bilan besoins / ressources en eau de la zone d'études

Tableau 24: Besoins / ressources en eau de la zone d'études

Année	Besoins max par jour (m3)	Capacité max. de product° par jour (m3)	Bilan	
			(m3)	(%)
2002	4269	4188	-81	-2
2003	4523	4188	-335	-7
2004	4790	4188	-602	-13
2005	4984	4188	-796	-16
2006	5228	4188	-1040	-20
2007	5445	4188	-1257	-23
2008	5830	4188	-1642	-28
2009	6076	4188	-1888	-31
2010	6381	4188	-2193	-34
2011	6730	4188	-2542	-38
2012	7033	4188	-2845	-40
2013	7444	4188	-3256	-44
2014	7769	4188	-3581	-46
2015	8254	4188	-4066	-49
2016	8651	4188	-4463	-52
2017	9114	4188	-4926	-54
2018	9575	4188	-5387	-56
2019	10224	4188	-6036	-59
2020	10742	4188	-6554	-61

D'une manière générale les besoins en eau de la zone d'études ne sont pas couverts d'où la nécessité d'envisager le renforcement de l'alimentation en eau potable.

Une comparaison des besoins et des ressources en eau fait ressortir un déficit de 61% à l'échéance de la planification sur l'ensemble des trois provinces de la zone d'étude.

Pour combler ce déficit et assurer de façon durable l'alimentation en eau potable de la zone d'étude, les deux alternatives suivantes s'offrent à l'ONEA. Ce sont :

- Le renforcement de l'alimentation à partir d'eau souterraine (forages ou puits),

- Alimentation à partir d'eau de surface

❖ Eau souterraine

Des études hydrologiques menées dans la zone d'études et cela dans le cadre du projet d'hydraulique urbaine 4B (PHU 4B) ont révélé une très faible disponibilité des ressources en eau souterraines.

Le PEEN (Programme Eau et Environnement du Nord) qui est un projet basé à Ouahigouya effectue des études hydrogéologiques et exécute des forages essentiellement dans le milieu rural. Les données statistiques de ce projet indiquent qu'on a 9% de chance d'avoir un forage ayant un débit supérieur ou égal à 5m³/h dans la zone.

D'autre part le PEEN a identifié la région du Sourou à environ 100 Km de la ville de Ouahigouya comme étant la zone sédimentaire pouvant assurer l'alimentation en eau potable à partir d'eau souterraine de la zone d'études.

❖ Eau de surface :

Compte tenu de la précarité des ressources en eau souterraine, l'ONEA a donc axé ses recherches sur les retenues à eau de surface pour l'alimentation en eau de la zone d'étude.

Les recherches ont concerné les retenues existantes, comme sur celles à construire.

Des sites de retenues avaient été identifiés au cours d'une étude réalisée par Sahel Consult et NIRAS à partir des photographies aériennes. Les sites identifiés sont :

Tableau 25: Sites de retenues d'eau identifiés par Sahel Consult et NIRAS

Nom du site	Superficie du bassin versant (Km ²)	Volume en année sèche (m ³)	Volume en année moy. (m ³)
Dougouri	2200	17 600 000	48 400 000
You	140	1 120 000	3 080 000
Kao	630	5 040 000	13 860 000
Zanna	750	6 000 000	14 437 500
Ramsé	3400	2 720 000	65 450 000
Guitti	4500	36 000 000	86 625 000
Bassi	180	1 440 000	3 465 000
Roba	420	5 670 000	10 500 000
Kondouba	140	1 890 000	3 500 000
Bongolo	160	1 120 000	2 660 000
Pélatibitigui	200	1 600 000	3 850 000
Kalo	330	2 640 000	6 352 500
Douma	420	3 360 000	8 085 000

Parmi ces sites ci-dessus énumérés ceux de Zanna et de Guitti ont été jugés intéressants par l'ONEA et la DGIRH. Ces sites font actuellement l'objet d'un suivi particulier de la part de la DGIRH en vue d'obtenir des données hydrologiques plus précises.

La présente étude concernera également ces deux sites et les retenues existantes en vue de l'alimentation en eau potable de la zone.

Chapitre VII : Retenues d'eau existantes

VII-1 Méthodologie utilisée pour l'évaluation de la quantité d'eau mobilisable pour l'AEP.

L'évaluation de la quantité d'eau mobilisable a été effectuée dans un contexte de gestion intégrée des ressources en eau c'est à dire tenant compte des autres prélèvements qui sont essentiellement :

- ✓ L'évaporation qui est directement liée à la surface du plan d'eau d'une part et d'autre part elle dépend aussi de :
 - La durée de l'ensoleillement,
 - La surface exposée au vent,
 - Déficit de saturation de l'air,
 - La présence ou non de végétation aquatique,
 - La profondeur de la retenue.

Les pertes par évaporation sont de loin les plus importantes en Afrique sahélienne, elles s'élèvent cumulativement à deux mètres par an en moyenne. Cela revient à dire que toute retenue dont la profondeur ne dépasse pas 3 m se videra avant la prochaine saison des pluies.

Quelques formules permettent d'évaluer l'évaporation, mais elles sont difficiles à mettre en œuvre et elles donnent des résultats incertains. Pour ce faire nous avons utilisé des données recueillies à l'aide d'évaporomètres qui sont installés à proximité des sites.

- ✓ Besoins agricoles : la présence de la retenue incite les populations riveraines à pratiquer une activité agricole soit à l'amont ou à l'aval de cette dernière.

Nous avons utilisé les valeurs suivantes pour l'estimation des besoins agricoles

- 14000 m³ /ha /an pour l'irrigation de riz de saison de pluie,
 - 50000 m³/ha/an pour l'irrigation de riz de saison sèche,
 - 25000 m³/ha/an pour le maraîchage de saison sèche.
- ✓ Alimentation en eau des animaux : les informations obtenues sur le cheptel auprès des services d'élevage nous ont permis d'évaluer cette demande en eau sur chaque retenue.
 - ✓ Pertes par infiltration dans la retenue : Compte tenu des difficultés rencontrées dans l'évaluation de ces pertes nous avons estimé qu'elles seront de l'ordre de 5% de la hauteur utile de la retenue au cours des deux premières années et de 2% durant le restant de la vie de l'ouvrage.

- ✓ **Envasement de la retenue :** il est dû au ruissellement de l'eau sur le bassin versant entraînant avec elle des matériaux solides qu'elle arrache tout au long de son parcours. Ces matériaux se déposent dès que la vitesse de l'eau devient inférieure à un certain seuil c'est à dire au niveau de la retenue.

Pour évaluer ces dépôts solides nous avons utilisé les résultats des travaux du Dr Karambiri (Assistant de recherche à l'EIER). La formule utilisée est celle de Gresillon modifiée ou encore appelée formule de Karambiri qui est la suivante :

$$D=137 \times \left(\frac{P}{700}\right)^{-2.02} \times S^{-0.05} \times [0.25+1.13 \times (h+r)]^{1.15}$$

et

$$V=D \times S$$

dans cette formule :

D : dégradation spécifique annuelle (m3/Km2/an),

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm,

V : volume des dépôts solides annuels (m3 /an),

h : paramètre anthropologique,

r : paramètre morphologique

VII-2 La retenue de Ouahigouya

VII-2-1 Présentation

Construit en 1977, ce barrage est situé à la périphérie de la ville de Ouahigouya. D'une capacité maximale de 3 millions de m³, le déversement de ce barrage n'est plus annuel depuis 1988 en témoigne les hauteurs d'eau maximales obtenues auprès de la DGIRH (Direction Générale de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques).

Tableau 26: Niveau de remplissage du barrage de Ouahigouya de 1985 à 1999

Année	Hauteurs max. enregistrées (m)
1985	2,79
1986	3,28
1987	2,79
1988	3,33
1989	3,05
1990	1,84
1995	1,59
1996	3,11
1997	2,26
1998	1,98
1999	1,89

Le barrage est muni d'un déversoir central en béton armé calé à une côte de déversement de 3,19m.

Avec cette côte de déversement on se rend compte que le barrage a atteint son volume maximal (c'est à dire la côte de déversement) que 2 fois sur 11 ans soient environ 1 fois tous les 5 ans.

VII-2-2 Utilisation actuelle

Actuellement le barrage sert à l'abreuvement des animaux quand il y a de l'eau et à la recharge de la nappe souterraine alimentant les puits et forages exploités par l'ONEA dans le cadre de l'alimentation en eau potable de la ville de Ouahigouya. Exception faite de ces deux utilisations, quelques maraîchers installés à l'aval du barrage exploitent des puits de faibles profondeurs dans le cadre de leurs activités.

VII-2-3 Utilisation possible pour l'AEP.

En zone sahélienne, l'évaporation est évaluée à environ 2m par an. En se referant aux taux de remplissage des 11 années précédentes on se rend compte de l'impossibilité d'utiliser ce barrage pour l'alimentation en eau potable de la ville de Ouahigouya.

VII-3 La retenue de Goinré

VII-3-1 Présentation

Le barrage de Gouinré construit en 1967 est situé sur une rive du Nakambé. Il est distant de 6 km de la ville de Ouahigouya.

Les caractéristiques du barrage sont les suivantes :

- La retenue est totale c'est à dire sans ouvrage de restitution
- Longueur de la digue = 800m
- Hauteur maximale du terrain naturel = 6,30m
- Superficie maximale du plan d'eau = 625ha
- Capacité maximale = 4 millions de m³

VII-3-2 Utilisation actuelle

Actuellement le barrage est utilisé pour :

- l'abreuvement des animaux de la zone,
- à la recharge de la nappe souterraine alimentant 3 puits exploités par l'ONEA pour le renforcement de l'alimentation en eau potable de la ville de Ouahigouya,
- le renforcement de l'alimentation en eau potable par l'installation de 3 unités compactes de traitement d'eau de surface. Ces 3 unités ont une capacité maximale de traitement de 60m³/h,
- l'irrigation agricole à l'aval d'une superficie exploitable d'environ 50ha.

VII-3-3 Utilisation possible pour l'AEP

Un suivi au limnigraphe effectué par la DGIRH à permis d'obtenir les hauteurs maximales suivantes :

Tableau 27: Niveau de remplissage du barrage de Goinré de 1991 à 1998

Année	Hauteurs maximales Enregistrées (m)	Volume correspondant (10 ⁶ m ³)
1991	2,28	2,15
1992	2,55	2,93
1995	3,33	4,00
1997	3,88	4,00
1998	3,61	4,00

Le tableau suivant présente le bilan des prélèvements effectués sur la retenue

Tableau 28: Bilan des prélèvements d'eau à partir du barrage de Goinré

Année	Besoins max en E.P (m3)	Besoins max en E.B. (m3)	Evaporation (m3)	Irrigation (m3)	Élévage (m3)	Infiltration (m3)	Envasement (m3)	Volumé enre- gistré (m3)	Voi mobilisable pour l'AEP (m3)
1991	505620	532232	240000	140000	350	32000	80000	400000	-444582
1992	633199	666525	240000	140000	364	32000	81600	400000	-580489
1993	602967	634702	240000	140000	379	32000	83232	400000	-550313
1994	541578	570082	240000	140000	394	32000	84897	400000	-487372
1995	584276	615027	240000	140000	409	32000	86595	400000	-534031
1996	596809	628220	240000	140000	426	32000	88326	400000	-548972
1997	673098	708524	240000	140000	443	32000	90093	400000	-631060
1998	663802	698739	240000	140000	461	32000	91895	400000	-623094
1999	671777	707134	240000	140000	479	32000	93733	400000	-633345
2000	754916	794648	240000	140000	498	32000	95607	400000	-722754
2002	811535	854247	240000	140000	518	32000	97520	400000	-784285
2003	872400	918316	240000	140000	539	32000	99470	400000	-850324
2004	937830	987189	240000	140000	560	32000	101459	400000	-921209
2005	1008167	1061228	240000	140000	583	32000	103489	400000	-997300
2006	1083780	1140821	240000	140000	606	32000	105558	400000	-1078985
2007	1165063	1226382	240000	140000	630	32000	107669	400000	-1166682
2008	1252443	1318361	240000	140000	656	32000	109823	400000	-1260839
2009	1346376	1417238	240000	140000	682	32000	112019	400000	-1361939
2010	1447354	1523531	240000	140000	709	32000	114260	400000	-1470499
2011	1555906	1637795	240000	140000	737	32000	116545	400000	-1587078
2012	1672599	1760630	240000	140000	767	32000	118876	400000	-1712273
2013	1798044	1892677	240000	140000	798	32000	121253	400000	-1846728
2014	1932897	2034628	240000	140000	829	32000	123678	400000	-1991136
2015	2077864	2187225	240000	140000	863	32000	126152	400000	-2146240
2016	2233704	2351267	240000	140000	897	32000	128675	400000	-2312839
2017	2401232	2527612	240000	140000	933	32000	131248	400000	-2491794
2018	2581324	2717183	240000	140000	970	32000	133873	400000	-2684027
2019	2774923	2920972	240000	140000	1009	32000	136551	400000	-2890532
2020	2983043	3140045	240000	140000	1050	32000	139282	400000	-3112376

Le barrage de Goinré a une capacité maximale de 4000000 m³. Les données obtenues au Cours de nos recherches ont prouvé que le barrage n'a pas atteint sa capacité maximale depuis 1991.

Le bilan des prélèvements d'eau effectué sur le barrage nous permet de conclure que l'alimentation en eau de la ville de Ouahigouya n'est pas possible à partir de cette retenue. Le barrage par contre pourra aider au renforcement de l'AEP si le niveau de remplissage est satisfaisant ou si la superficie exploitée en aval est revue à la baisse.

VII-4 Barrage de Tougou

VII-4-1 Présentation

Le barrage de Tougou a été construit en 1961 et est situé sur l'axe routier Ouahigouya-Djibo. A vol d'oiseau le barrage est situé à 24 km de la station de traitement de l'ONEA à Ouahigouya.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- digue de type routier
- hauteur maximale = 5,50m
- Superficie maximale du plan d'eau = 460 ha
- Volume maximal = 4millions de m³
- Déversoir routier d'une longueur de 100m.

VII-4-2 Utilisation actuelle

Présentement le barrage assure les fonctions suivantes :

- Abreuvement des animaux de la zone
- Alimentation en eau d'un périmètre irrigué d'une superficie potentielle d'environ 60ha.

VII-4-3 Utilisation possible pour l'AEP

Une analyse du tableau suivant nous permet de conclure que le barrage de Tougou ne peut pas également servir à l'alimentation en eau de la ville de Ouahigouya compte tenu sa capacité limitée à faire face aux besoins (Cf tableau bilan des prélèvements)

Photo 1 : Niveau du barrage de Tougou au 19/04/03



Tableau 29: Bilan des prélèvements d'eau à partir du barrage de Tougou

Année	Besoins max. en E.P (m3)	Besoins max. en E.B (m3)	Evaporation (m3)	Irrigation (m3)	Élevage (m3)	Infiltration (m3)	Envasement (m3)	Volume enrê- gistré (m3)	Vol mobilisable pour l'AEP (m3)
1991	505620	532232	2400000	1500000	440	32000	80000	4000000	-544672
1992	633199	666525	2400000	1500000	458	32000	80000	4000000	-678983
1993	602967	634702	1800000	1500000	476	24000	60000	3000000	-1019178
1994	541578	570082	2400000	1500000	495	32000	80000	4000000	-582577
1995	584276	615027	2400000	1500000	515	32000	80000	4000000	-627542
1996	596809	628220	2400000	1500000	535	32000	80000	4000000	-640755
1997	673098	708524	2400000	1500000	557	32000	80000	4000000	-721081
1998	663802	698739	2400000	1500000	579	32000	80000	4000000	-711318
1999	671777	707134	2400000	1500000	602	32000	80000	4000000	-719736
2000	754916	794648	2400000	1500000	626	32000	80000	4000000	-807275
2002	811535	854247	2400000	1500000	651	32000	80000	4000000	-866898
2003	872400	918316	2400000	1500000	677	32000	80000	4000000	-930993
2004	937830	987189	2400000	1500000	704	32000	80000	4000000	-999894
2005	1008167	1061228	2400000	1500000	733	32000	80000	4000000	-1073961
2006	1083780	1140821	2400000	1500000	762	32000	80000	4000000	-1153583
2007	1165063	1226382	2400000	1500000	792	32000	80000	4000000	-1239175
2008	1252443	1318361	2400000	1500000	824	32000	80000	4000000	-1331185
2009	1346376	1417238	2400000	1500000	857	32000	80000	4000000	-1430095
2010	1447354	1523531	2400000	1500000	891	32000	80000	4000000	-1536422
2011	1555906	1637795	2400000	1500000	927	32000	80000	4000000	-1650722
2012	1672599	1760630	2400000	1500000	964	32000	80000	4000000	-1773594
2013	1798044	1892677	2400000	1500000	1003	32000	80000	4000000	-1905680
2014	1932897	2034628	2400000	1500000	1043	32000	80000	4000000	-2047671
2015	2077864	2187225	2400000	1500000	1084	32000	80000	4000000	-2200310
2016	2233704	2351267	2400000	1500000	1128	32000	80000	4000000	-2364395
2017	2401232	2527612	2400000	1500000	1173	32000	80000	4000000	-2540785
2018	2581324	2717183	2400000	1500000	1220	32000	80000	4000000	-2730403
2019	2774923	2920972	2400000	1500000	1269	32000	80000	4000000	-2934241
2020	2983043	3140045	2400000	1500000	1319	32000	80000	4000000	-3153364

VII-5 Barrage de Toessé dit barrage de Kanazoé

VII-5-1 Localisation géographique

Le barrage de Toessé est géographiquement situé dans la latitude 13° 01' 53" Nord et à la longitude 2° 03' 50" Ouest.

Sur le plan administratif, le site se situe entre le village de Toessé relevant du département de Gomponsom (Province du Passoré) et le village de Bèmkoudougou du département de Kalsaka (Province du Yatenga) ; il est donc situé sur le bras principal du Nakambé à la frontière entre les provinces du Passoré et du Zandoma.

Du point de vue accessibilité, le barrage est situé au Nord-Est de la ville de Yako (Chef lieu de la province du Passoré) et peut être accéder à partir de Yako en empruntant l'axe routier Yako-Kaya jusqu'à 18 Km, puis un sentier dans le sens Nord sur une distance de 7 Km environ, soit une distance totale de 25 Km de Yako ville.

VII-5-2 Caractéristiques techniques du barrage

CARACTERISTIQUES AVANT REHAUSSEMENT DE LA COTE DU DEVERSSOIR

DIGUE EN TERRE HOMOGENE

Longueur de la digue (m)	850.00
Largeur en crête de la digue (m)	8.00
Côte de la crête de la digue (m)	293.20
Pente de recharge amont	1V 2.5H
Pente de recharge aval	1V 2.5H
Côte du plan d'eau normal (PEN)	291.00
Capacité au PEN (Mm3)	7.000
Fecth (km)	19.00
Vitesse maximale du vent sur le plan d'eau (km/h)	8.64
Revanche conseillée (m)	0.76

Le barrage est muni de deux déversoirs :

LE DEVERSSOIR CENTRAL DE TYPE TULIPE (SEMI-CIRCULAIRE) PROFILE CREAGER

Longueur déversant (m)	67.40
Largeur de la crête déversant (m)	0.40
Côte du seuil de déversement	291.00

Hauteur maximale conseillée des eaux sur le déversoir (m)	1.67
Hauteur maximale des eaux sur le déversoir (m)	2.20
Charge de référence sur le déversoir (m)	1.44
Hauteur maximale des eaux à l'amont (sans déverser)	0.20
Hauteur de chute des eaux sur le déversoir (m)	6.00
Pente de recharge amont du déversoir	1V 0H
Longueur du bassin de dissipation (m)	16.00

LE DEVERSOIR EST DE TYPE LATERAL (RADIER SUBMERSIBLE)

Longueur déversant (m)	67.40
Largeur de la crête déversant (m)	5.00
Côte du seuil de déversement (m)	291.00
Hauteur maximale conseillée des eaux sur le déversoir (m)	1.67
Hauteur maximale des eaux sur le déversoir (m)	2.20
Charge de référence sur le déversoir (m)	1.44
Hauteur maximale des eaux à l'amont (sans déverser)	0.40
Hauteur de chute des eaux sur le déversoir (m)	0.50
Pente de recharge amont du déversoir	1V 1H
Longueur du bassin de dissipation (m)	4.00

CARACTERISTIQUES ACTUELLES (après rehaussement de la côte du déversoir)

DIGUE EN TERRE HOMOGENE

Longueur de la digue (m)	850.00
Largeur en crête de la digue (m)	8.00
Côte de la crête de la digue (m)	297.00
Pente de recharge amont	1V 2.5H
Pente de recharge aval	1V 2.5H
Côte du plan d'eau normal (PEN)	293.50
Capacité au PEN (Mm ³)	75.000
Fect (Km)	50.00
Vitesse maximale du vent sur le plan d'eau (Km/h)	8.64
Revanche conseillée (m)	0.81-0.94

DEVERSOIR CENTRAL DE TYPE TULIPE (SEMI-CIRCULAIRE) PROFILE CREAGER

Longueur déversant (m)	76.40
------------------------	-------

Largeur de la crête déversant (m)	0.40	
Côte du seuil de déversement	293.50	
Hauteur maximale conseillée des eaux sur le déversoir (m)	2.84	
Hauteur maximale des eaux sur le déversoir (m)	3.50	
Charge de référence sur le déversoir (m)	2.56	
Hauteur maximale des eaux à l'amont (sans déverser)	3.00	
Hauteur de chute des eaux sur le déversoir (m)	8.50	
Pente de recharge amont du déversoir	1V	0H
Longueur du bassin de dissipation (m)	16.00	
DEVERSOIR DE TYPE LATERAL (RADIER SUBMERSIBLE)		
Longueur déversant (m)	140.00	
Largeur de la crête déversant (m)	6.00	
Côte du seuil de déversement (m)	294.00	Haut
Hauteur maximale conseillée des eaux sur le déversoir (m)	2.43	
Hauteur maximale des eaux sur le déversoir (m)	3.00	
Charge de référence sur le déversoir (m)	2.19	
Hauteur maximale des eaux à l'amont (sans déverser)	6.00	
Hauteur de chute des eaux sur le déversoir (m)	3.50	
Pente de recharge amont du déversoir	1V	1H
Longueur du bassin de dissipation (m)	4.00	

Données hauteur- volume- surface du barrage de KANAZOE

Côte	Hauteur à l'échelle (m)	Surface (ha)	Volume (Mm3)	Observations
288.00	0.00	0.00	0.000	
288.50	0.50	0.15	0.050	
289.00	1.00	0.20	0.100	
289.50	1.50	0.32	1.600	
290.00	2.00	0.45	4.000	
290.50	2.50	0.65	6.000	
291.00	3.00	0.81	9.800	PEN (avant rehaussement)
291.50	3.50	1.30	18.000	
292.00	4.00	2.00	28.000	
292.50	4.50	2.70	41.000	
293.00	5.00	3.50	56.000	
293.50	5.50	4.50	75.000	PEN (après rehaussement)
294.00	6.00	5.50	96.000	
294.50	6.50	6.80	122.000	

Courbe Hauteur - Volume Barrage de KANAZOE

$$y = -0,0502x^4 + 1,0658x^3 - 2,2501x^2 + 2,1396x - 0,2429$$

$$R^2 = 0,9996$$

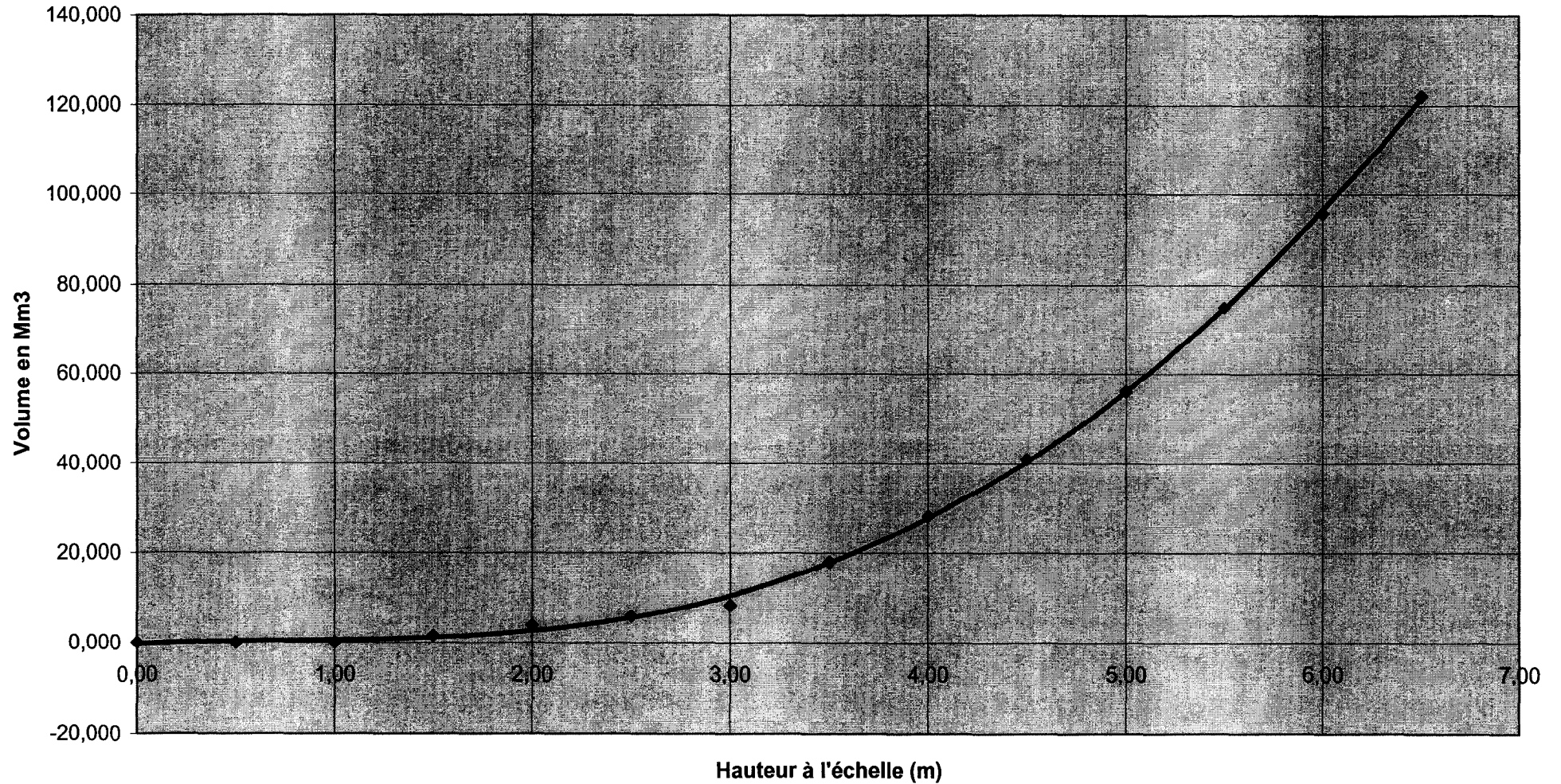


Tableau 30: Bilan des prélèvements d'eau à partir du barrage de Kanazoé

Année	Besoins max. en E.P. (m3)	Besoins max. en E.B. (m3)	Evaporation (m3)	Irrigation (m3)	Élevage (m3)	Infiltration (m3)	Envasement (m3)	Volume enr- gistré (m3)	Vol.mobilisable pour l'AEP	
									(m3)	Excédent(m3)
1991	631371	664601	4500000	1500000	378	600000	750000	7500000	12985021	12320420
1992	747261	786591	4500000	1500000	393	600000	750000	7500000	12863016	12076426
1993	727831	766138	4500000	1500000	409	600000	750000	7500000	12883453	12117315
1994	669012	704223	4500000	1500000	425	600000	750000	7500000	12945352	12241128
1995	710637	748039	4500000	1500000	442	600000	750000	7500000	12901519	12153480
1996	732164	770699	4500000	1500000	460	600000	750000	7500000	12878841	12108142
1997	824333	867719	4500000	1500000	478	600000	750000	7500000	12781803	11914084
1998	825872	869339	4500000	1500000	497	600000	750000	7500000	12780164	11910825
1999	830270	873968	4500000	1500000	517	600000	750000	7500000	12775514	11901546
2000	928864	977752	4500000	1500000	538	600000	750000	7500000	12671710	11693959
2002	1044972	1099971	4500000	1500000	560	600000	750000	7500000	12549470	11449499
2003	1124390	1183568	4500000	1500000	582	600000	750000	7500000	12465850	11282282
2004	1208719	1272336	4500000	1500000	605	600000	750000	7500000	12377059	11104723
2005	1299373	1367761	4500000	1500000	629	600000	750000	7500000	12281610	10913848
2006	1396826	1470343	4500000	1500000	655	600000	750000	7500000	12179002	10708659
2007	1501588	1580619	4500000	1500000	681	600000	750000	7500000	12068700	10488081
2008	1614207	1699165	4500000	1500000	708	600000	750000	7500000	11950127	10250961
2009	1735273	1826603	4500000	1500000	736	600000	750000	7500000	11822661	9996058
2010	1865418	1963598	4500000	1500000	766	600000	750000	7500000	11685636	9722038
2011	2005324	2110868	4500000	1500000	796	600000	750000	7500000	11538336	9427468
2012	2155724	2269183	4500000	1500000	828	600000	750000	7500000	11379989	9110806
2013	2317403	2439372	4500000	1500000	861	600000	750000	7500000	11209767	8770395
2014	2491208	2622324	4500000	1500000	896	600000	750000	7500000	11026780	8404455
2015	2678049	2818999	4500000	1500000	932	600000	750000	7500000	10830070	8011071
2016	2878903	3030424	4500000	1500000	969	600000	750000	7500000	10618607	7588184
2017	3094820	3257705	4500000	1500000	1008	600000	750000	7500000	10391287	7133581
2018	3326932	3502033	4500000	1500000	1048	600000	750000	7500000	10146919	6644885
2019	3576452	3764686	4500000	1500000	1090	600000	750000	7500000	9884224	6119538
2020	3844685	4047037	4500000	1500000	1134	600000	750000	7500000	9601829	5554792

Photo 2 : Niveau d'eau du barrage de Kanazoé au 17/04/03



Photo 3 : Prélèvement d'eau au barrage de Kanazoé



Chapitre VIII : Conclusions partielles

VIII-1 Retenues d'eau existantes

VIII-1-1 Retenue de Ouahigouya

Ce barrage ne peut servir qu'à l'alimentation en eau potable de la ville de Ouahigouya compte tenu de sa situation géographique. Malheureusement le niveau de remplissage montre une insuffisance en eau.

Depuis un certain temps, la retenue ne reçoit pratiquement plus d'eau. Il sera donc illusoire de prévoir l'alimentation en eau de la ville de Ouahigouya à partir de cette source.

VIII-1-2 Retenue de Goinré

Compte tenu de son emplacement ce barrage ne peut servir qu'à l'alimentation en eau de la ville de Ouahigouya.

Ce barrage était initialement destiné à l'irrigation d'un périmètre d'une superficie de 50 ha situé à l'aval du barrage. Le bilan des prélèvements d'eau de la retenue indique un déficit d'eau pour la plupart du temps. Le même tableau indique que les besoins en eau potable de la ville de Ouahigouya ne peuvent plus être couverts par cette retenue à partir de l'an 2002.

A partir de cette date (2002) il ne restera plus d'eau dans la retenue après le prélèvement des besoins du cheptel, les besoins agricoles, les pertes par évaporation, par infiltration et les pertes dues à l'envasement.

Au regard de ces données, la retenue de Goinré ne peut pas assurer l'alimentation en eau potable de la ville de Ouahigouya. Par contre elle peut être utilisée comme c'est le cas actuellement au renforcement de l'alimentation en eau de la ville en année décennale et quinquennale humide. Cette dernière utilisation de la retenue évitera de déguerpier les exploitants agricoles du périmètre irrigué qui est une source de retenue considérable pour les populations de la ville de Ouahigouya.

VIII-1-3 Retenue de Tougou

Compte tenu de son emplacement de barrage ne peut que servir à l'alimentation en eau que de la ville de Ouahigouya.

L'irrégularité du remplissage ne garantie pas l'alimentation en eau de cette ville.

Le bilan des prélèvements indique que même si le barrage se remplissait tous les ans, il ne pourra couvrir les besoins en eau de la ville de Ouahigouya à partir de 2002.

Par contre sa capacité permet de renforcer l'alimentation en eau de la ville. Au regard de l'ensemble de ces données il sera très hasardeux de prévoir l'alimentation en eau potable de la ville de Ouahigouya à partir du barrage de Tougou.

VIII-1-4 Barrage de Toessé dit de KANAZOE

Ce barrage construit par l'Entreprise Oumarou KANAZOE (OK) a vu le jour suite à une demande des populations environnantes.

Après la construction du barrage certaines activités telles que l'irrigation et la pêche se sont développées autour du plan d'eau.

Compte tenu de l'accroissement de ces activités, l'Etat Burkinabé par le biais du Ministère de l'Environnement et de l'Eau a effectué une étude en vue de déterminer la superficie totale irrigable par gravité par le barrage. Cette étude qui a été effectuée par le Cabinet d'Investigation Technique d'Expertise et de Contrôle (CINTECH) en Mars 1999 a prouvé que 3 000 ha de terre avale pouvait être irriguées de manière gravitaire à partir du barrage de Toessé.

Le bilan des prélèvements d'eau que nous avons effectué a donc tenu compte des besoins en eau de cette superficie irrigable par gravité.

Le bilan des prélèvements d'eau effectués sur ce barrage indique qu'il peut assurer la totalité des besoins en eau de l'ensemble de la zone d'étude (Ouahigouya, Yako, Gourcy) sur au moins une période minimum de 20 ans.

En prenant en compte la capacité actuelle de production de ces centres de la zone d'études, le barrage pourrait couvrir les besoins en eau des trois villes sur une période beaucoup plus longue (Cf excédent dans le tableau bilan).

VIII-2 Retenues d'eau à construire

Toujours dans la recherche de solutions à l'alimentation en eau potable des villes de Ouahigouya, Yako et Gourcy, deux sites de barrages ont été retenues par l'ONEA et la DGIRH (Direction Générale de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques). Ces sites situés dans les villages de Guitti et Zanna font actuellement l'objet d'une étude approfondie par la DGIRH sur financement de DANIDA. Cette étude consiste à effectuer des investigations hydrologiques en vue de :

- Recueillir des données hydrométriques et pluviométriques des deux sites pour la saison des pluies de 2003
- Effectuer des études hydrologiques des deux bassins versants.

Les résultats de cette étude permettront d'affiner les données existantes sur les bassins versants des deux sites.

En attendant les résultats de cette étude, nous avons réuni un certain nombre de données permettant d'estimer les volumes d'eau évolués sur les deux bassins versants. Les données ont été recueillies auprès de la DRAHRH du Nord, et du service de la météorologie de Ouahigouya

VIII-2-1 Etude du site de Zanna

Ce site est en réalité situé dans le village de Dombéré à 24 km (vol d'oiseau) du château d'eau de Ouahigouya. Ses coordonnées sont (02 ° 11'W ; 13°1'N) pour une altitude d'environ 315 m. Ces altitudes sont à prendre avec réserves car elles ont été obtenues à l'aide du Caps 12 dont la précision au niveau des altitudes est de plus ou moins 10 m .

VIII-2-1-1 Evaluation des volumes annuels d'eau écoulés sur le site de Zanna

L'évaluation des volumes d'eau écoulés a été faite par la méthode de Rodier qui est une méthode d'évaluation basée sur le concept de « bassin – type ». Cette méthode consiste à identifier dans le catalogue des bassins type (crues et apports), celui ou ceux ayant les caractéristiques les plus voisines du bassin étudié pour l'estimation de son écoulement annuel.

Nous précisons que la méthode de Rodier donne des résultats d'une précision allant de 50 à 100%.

Après avoir rassemblé la documentation relative à la zone d'étude notamment la carte au $\frac{1}{200000}$ obtenue auprès de l'IGB (Institut Géographique de Burkina) nous avons délimité le bassin versant.

Après cette première phase de bureau nous avons effectué une visite afin de nous rendre compte des réalités de terrain. Cette visite a permis de constater la dégradation du réseau hydrographique, la nature du sol, la végétation, les superficies cultivées, la présence ou non d'ouvrages et d'aménagements.

La seconde phase de bureau a concerné la détermination des différents paramètres du bassin versant notamment la superficie (à l'aide du planimètre), le périmètre (à l'aide du curvimètre).

Estimation du volume d'eau écoulé

Les données :

- Superficie du bassin versant = 1485 km²
- Périmètre du bassin versant = 164 km
- Plus longue distance des bassins versant = 45 km

Les paramètres calculés

- Pluviométrie médiane P_{med}

$P_{med} = 0.98 \times P_{an} - 608$ Avec P_{an} = pluviométrie moyenne annuelle. Dans notre cas nous avons effectué les calculs avec une pluviométrie moyenne sur une période de 30 ans.

$$P_{med} = 0.98 \times 660 - 608$$

$$\mathbf{P_{med} = 640 \text{ mm}}$$

- Indice de compacité I_{comp}

$$I_{comp} = 0.282 \times P \times S^{-0.5}$$

Dans cette formule :

P = Périmètre du bassin versant en Km,

S = Superficie du bassin versant en Km²

$$I_{comp} = 0.282 \times 164 \times 1485^{-0.5}$$

$$\mathbf{I_{comp} = 1.20}$$

Longueur du rectangle équivalent L

$$L = S^{0.5} \times \frac{I_{comp}}{1.128} \times \left[1 + \left(1 - \left(\frac{1.128}{I_{comp}} \right)^2 \right)^{0.5} \right]$$

$$L=1485^{0.5} \times \frac{1.20}{1.128} \times \left[1 + \left(1 - \left(\frac{1.128}{1.20} \right)^2 \right)^{0.5} \right]$$

$$L = 55 \text{ Km}$$

➤ Indice global de pente Ig

$$Ig = \frac{D}{L} \text{ avec :}$$

D = Dénivelée (différence d'altitude) en m,

L = Longueur du rectangle équivalent en Km

$$Ig = \frac{(338-324)}{55}$$

$$Ig = 0.255 \text{ m/Km}$$

➤ Dénivelée spécifique Ds

$$Ds = Ig \times \sqrt{L}$$

$$Ds = 0.255 \times \sqrt{1485}$$

$$Ds = 10 \text{ m} \Rightarrow \text{relief faible}$$

➤ Densité de drainage Dd

$$Dd = \frac{1800}{1485}$$

$$Dd = 1.21 \text{ Km/Km}^2$$

Les volumes d'eau annuellement écoulés ont été calculés en utilisant la formule suivante :

$$V = Le \times 10^3 \times S . \text{ Dans cette formule}$$

Le = lame d'eau écoulée en mm,

S = Superficie du bassin versant en Km²

Tableau 31: Volume d'eau annuellement écoulé sur le bassin versant de Zanna

Fréquence	Lame d'eau écoulée (mm)	Volume d'eau écoulé (10^6 m^3)
Année décennale humide	146	18.7
Année quinquennale humide	10,0	14.85
Année moyenne	6,3	9.36
Année quinquennale sèche	2,8	4.15
Année décennale sèche	2,5	3.7

VIII-2-2 Etude du site de Guitti

Ce site situé dans le village de Guitti est à une distance de 45,5 km du château de Ouahigouya. Ses coordonnées sont (02°03'W ; 13°21'N) pour une altitude d'environ 314 m.

VIII-2-2-1 Evaluation des volumes d'eau écoulés

Nous avons également utilisé comme précédemment, la méthode de Rodier pour l'évaluation des volumes d'eau écoulés sur le bassin versant.

Données

Superficie du bassin versant = 2600 km²

Périmètre du bassin versant = 264 km

Plus longue distance = 60 km

Les paramètres calculés

- Pluviométrie médiane P_{med}

$P_{med} = 0.98 \times P_{an} - 608$ Avec P_{an} = pluviométrie moyenne annuelle. Dans notre cas nous avons effectué les calculs avec une pluviométrie moyenne sur une période de 30 ans.

$$P_{med} = 0.98 \times 660 - 6.8$$

Pmed = 640 mm

- Indice de compacité Icomp

$$I_{comp} = 0.282 \times P \times S^{-0.5}$$

Dans cette formule :

P = Périmètre du bassin versant en Km,

S = Superficie du bassin versant en Km²

$$I_{comp} = 0.282 \times 264 \times 1485^{-0.5}$$

Icomp = 1.46

Longueur du rectangle équivalent L

$$L = S^{0.5} \times \frac{I_{comp}}{1.128} \times \left[1 + \left(1 - \left(\frac{1.128}{I_{comp}} \right)^2 \right)^{0.5} \right]$$

$$L = 2600 \times \frac{1.46}{1.128} \times \left[1 + \left(1 - \left(\frac{1.128}{1.46} \right)^2 \right)^{0.5} \right]$$

L = 108 Km

- Indice global de pente Ig

$$I_g = \frac{D}{L} \text{ avec :}$$

D = Dénivelée (différence d'altitude) en m,

L = Longueur du rectangle équivalent en Km

$$I_g = \frac{(355 - 326)}{108}$$

$$I_g = 0.269 \text{ m/Km}$$

- Dénivelée spécifique Ds

$$D_s = I_g \times \sqrt{S}$$

$$D_s = 0.255 \times \sqrt{2600}$$

$$D_s = 14 \text{ m} \Rightarrow \text{relief faible}$$

- Densité de drainage Dd

$$D_d = \frac{2700}{2600}$$

$$Dd = 1.04 \text{ Km/Km}^2$$

Les volumes d'eau écoulés annuellement sont obtenus en utilisant la formule suivante :

$$V = Le \times 10^3 \times S \text{ dans cette formule}$$

Le = lame d'eau écoulée,

S = Superficie du bassin versant en Km²

Tableau 32: Volume d'eau annuellement écoulé sur le bassin versant de Guitti

Fréquence	Lame d'eau écoulée (mm)	Volume d'eau écoulé (10 ⁶ m ³)
Année décennale humide	63	163.8
Année quinquennale humide	49	127.4
Année moyenne	31	80.6
Année quinquennale sèche	20	52.0
Année décennale sèche	14	36.4

Au cours de nos travaux de terrain, nous avons effectué des levés topographiques sur ce site en vue d'estimer le volume maximal d'eau que peut retenir le site. Ces levés topographiques ont consisté à déterminer la longueur maximale de la digue d'une part et d'autre part la longueur maximale que pourrait atteindre le plan d'eau en amont de cette digue.

Le volume maximal a donc été obtenu à partir de la formule suivante :

$$V = \frac{L \times l \times h}{2.67} \text{ dans laquelle :}$$

L= longueur de la retenue ou longueur maximale du plan d'eau en m,

l= largeur mouillée de la retenue (m). Cette largeur sera de 1300 m au maximum,

h= hauteur d'eau (hors ravine) dans la retenue.

Au cours des travaux nous avons estimé l'étalement et le volume d'eau que pourra contenir le barrage pour deux valeurs de revanche.

Les résultats obtenus sont les suivantes :

- Pour une revanche de 0,80m on obtient une longueur maximale du plan d'eau = 14,5 Km. Le volume d'eau correspondant à cette longueur sera :

$$V = \frac{(14500 \times (5.98 - 0.80) \times 1300)}{2.67} = 36\,570\,412 \text{ m}^3$$

- Pour une revanche de 1,00m on a L = 12.78 Km. Cela correspond à un volume maximal d'eau de :

$$V = \frac{(12780 \times (5.98 - 1) \times 1300)}{2.67} = 30\,987\,910 \text{ m}^3$$

Dans les équations précédentes 5.98 représentent la hauteur maximale de la digue au niveau du lit mineur du cours d'eau.

Compte tenu du fait que le bassin versant du site est un sous-bassin situé en amont des barrages de Ziga (qui servira à l'alimentation en eau potable de la ville de Ouagadougou), de Loumbila qui alimente actuellement la ville de Ouagadougou en eau, de Bagré qui sert actuellement à la production d'électricité et à l'irrigation d'un grand périmètre en l'aval, nous préconisons que l'ouvrage à construire soit dimensionner pour retenir les écoulements en année décennale sèche.

Photo 4 : Aperçu du site du Barrage de Guitti



VIII-3 Conclusion partielle

Compte tenu de la situation géographique et de la capacité des retenues, nous avons supposé que :

- Les retenues de Ouahigouya, Goinré, Tougou et Zanna alimenteront uniquement la ville de Ouahigouya.
- La retenue de KANAZOE (barrage existant) alimentera en eau l'ensemble de la zone d'étude (Yako, Gourcy, Ouahigouya)
- La retenue de Guitti à construire alimentera également l'ensemble des villes de la zone d'études.

Tableau 33: Situation des barrages de la zone d'études

Ouvrages	Capacité (m3)	Vol. mobilisable pour l'AEP (m3)	Utilisation actuelle	Utilisable pour AEP (m3)
Barrage de Ouahigouya	3 000 000	0	- recharge nappe - abreuvement	non
Barrage de Goinré	4 000 000	0	- recharge nappe - abreuvement - irrigation	Non,mais permet le renforcement de l'AEP
Barrage de Tougou	4 000 000	0	- recharge nappe - abreuvement - irrigation	Non
Barrage de Kanazoé	75 000 000	28650000	- recharge nappe - abreuvement - irrigation	Oui
Barrage de Zanna	3 700 000	0	(non construit)	Non
Barrage de Guitti	36 400 000	9 550 000	(non construit)	oui

Le tableau ci-dessus permet de conclure que seuls le barrage de Kanazoé et le futur barrage de Guitti ont une capacité suffisante pour couvrir les besoins en eau de la région Nord à l'échéance de la planification. De ce fait, nous allons baser l'AEP de la région Nord sur les 3 alternatives suivantes :

- ✓ AEP de la zone d'études à partir du barrage de Kanazoé,

- ✓ AEP de la zone d'études à partir du barrage de Guitti,
- ✓ AEP de la ville de Ouahigouya à partir du barrage de Guitti et AEP des villes de Yako et Gourcy à partir du barrage de Kanazoé.

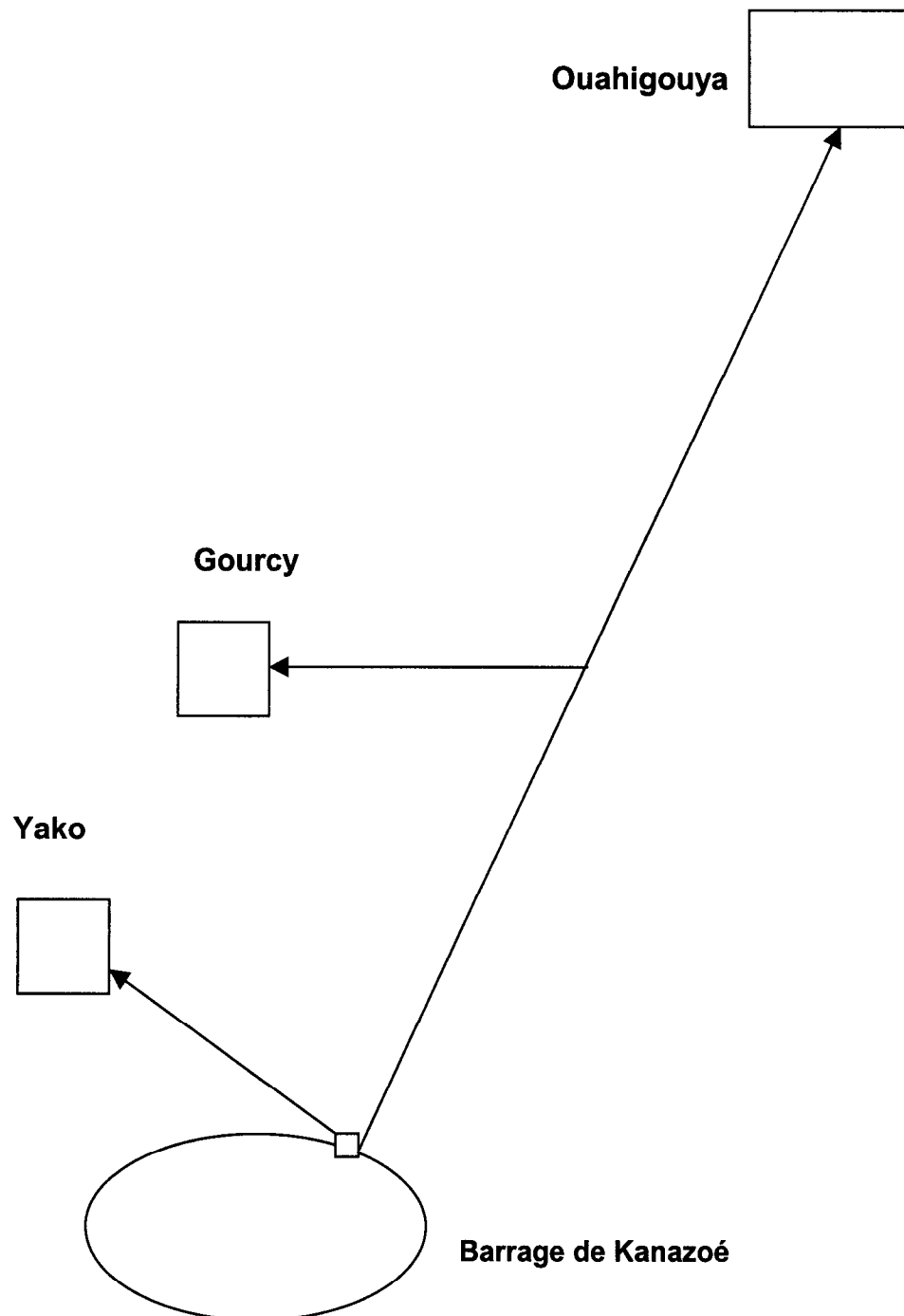
**Quatrième partie : MOBILISATION DES RESSOURCES EN
EAU ET ESTIMATION DES COÛTS DES TRAVAUX**

Chapitre IX Mobilisation des ressources en eau

Ce volet de l'étude concernera l'alimentation en eau potable de la région Nord à partir du barrage de Kanazoé dans un premier temps, ensuite à partir du futur barrage de Guitti et enfin à partir des deux barrages

IX-1 AEP à partir du barrage de Kanazoé

Figure 2: Schéma de principe de l'AEP à partir du barrage de Kanazoé



En se référant à la capacité et à la disponibilité de l'eau, on peut affirmer que l'alimentation en eau potable de la région Nord est réalisable à partir de cette retenue.

Au cours de nos travaux de terrains (avril 03) un prélèvement suivi d'une analyse d'eau a été effectué par le laboratoire central de l'ONEA a permis de connaître la qualité de l'eau du barrage. Ces résultats ont révélé des traces de pesticides dues à l'utilisation d'engrais chimiques au niveau du maraîchage pratiqué en amont du barrage.

Les différentes substances contenues dans cette eau peuvent être éliminées par l'utilisation des procédés classiques de traitement d'eau potable (Cf résultats d'analyse en annexes).

Pour plus de rigueur on devrait aussi effectuer l'analyse de cette eau en période pluvieuse, période durant laquelle les eaux de surface sont très chargées. Compte tenu de la période rédaction du présent rapport (Mars à Juin), nous allons concevoir un système de traitement basé sur la qualité de l'eau du barrage de Ouagadougou en période hivernale (Juillet à Septembre).

IX-1-1 Station de traitement

En se référant aux besoins maximaux estimés à partir des trois hypothèses et en considérant un temps de fonctionnement maximal de 20 heures à l'échéance de la planification, la station de traitement aura les capacités suivantes :

Tableau 34: Capacité de traitement suivant les trois hypothèses de planification

Hypothèses de planification	Besoins maximaux à l'échéance de la planification	Capacité de traitement correspondante
Haute	13710	700
Moyenne	11667	600
Basse	9732	500

La qualité de l'eau brute et le débit horaire de pointe nous a conduit à la conception d'une station de traitement composée :

- D'un système de dégrillage qui aura pour rôle de :
- ❖ Protéger les ouvrages en aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation,
- ❖ De séparer et évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute qui pourraient nuire à l'efficacité du traitement.
- D'un décanteur de type PULSATOR qui permettra la coagulation-floculation et la séparation de l'eau. Ce type de décanteur est à lit de boues simples et offre les avantages suivants :

- ❖ Grande fiabilité,
 - ❖ Souplesse d'emploi (variation de la qualité de l'eau acceptée),
 - ❖ Maintenance facile,
 - ❖ Ne nécessite pas l'emploi d'un personnel hautement qualifié.
- Des filtres ouverts lavables à l'air et à l'eau. Ces filtres ont l'avantage d'avoir une maintenance et une manipulation faciles.
- En outre des différents ouvrages ci-dessus cités, la station de traitement comprendra :
- ❖ Une station d'exhaure qui permettra de cheminer l'eau brute du barrage au décanteur,
 - ❖ Une bache de stockage d'eau potable,
 - ❖ Un poste de préparation et de dosage des différents produits de traitement (Hypochlorite de calcium ou de sodium, Chaux, Sulfate d'alumine),
 - ❖ Une station de pompage d'eau potable qui refoulera d'une part sur Yako et d'autre part sur Gourcy et Ouahigouya.

IX-1-2 Conduites de refoulement

Conduite barrage – Château d'eau de Ouahigouya

Le site du barrage est situé à 73,6 Km du château d'eau de Ouahigouya (distance à vol d'oiseau).

Dans un souci d'éviter la création d'une piste d'accès et de maintenance qui est coûteux en investissement comme en entretien, nous avons dans la mesure du possible positionner la conduite à proximité des pistes et sentiers existants. Cette contrainte a engendré une légère augmentation de la longueur de la conduite qui passe de 73,6 Km à 78,6 Km.

➤ **Conduite barrage – Château d'eau de Yako**

Cette conduite aura une longueur de 22 Km .

➤ **Alimentation du château d'eau de Gourcy**

L'alimentation du château de Gourcy sera assurée par une conduite longue de 18 Km .

Diamètre des conduites

Les diamètres optimaux des conduites de refoulement ont été choisis en tenant compte des paramètres économiques d'une part et d'autre part des conditions d'exploitation (coût de l'énergie de pompage).

Les paramètres économiques sont :

- ❖ Le coût d'acquisition de la conduite qui comprend la fourniture de la matière, le coût des fouilles et le coût de pose,

- ❖ Le coût d'entretien de la conduite qui varie de 0,2 à 1% du coût de sa construction (nous avons utilisé un taux de 0.2% dans nos calculs),
- ❖ Le coût de l'énergie de pompage qui reste très élevés dans la plus part des pays sahéliens.

Ces différents coûts ont donc permis de choisir les diamètres optimaux des conduites qui sont ceux qui minimisent les coûts d'exploitation du couple pompe-conduite (Cf résultats de choix économiques des conduites de refoulement)

Tableau 35: Choix de la conduite barrage Kanazoé – Ouahigouya

DN (mm)	CA (FCFA)	Entretien (FCFA)	Cp (FCFA)	CT (FCFA)
200	30367	61	58983	89411
250	34610	69	18859	53539
300	41855	84	7429	49368
350	51750	104	3379	55233
400	67634	135	1708	69477
450	80258	161	936	81354
500	100499	201	546	101246
600	140760	282	215	141257
1000	306201	612	16	306829

Dans le tableau :

- DN : diamètre nominal de la conduite,
- CA : coût de la fourniture et pose de la conduite,
- Cp : coût de l'énergie de pompage,
- CT : coût total de la conduite = CA+Cp+entretien.

NB : Les coûts ci-dessus sont des coûts au ml.

Sur le plan économique la conduite de DN 300 mm semble être la plus intéressante, mais compte tenu de la vitesse d'écoulement qu'elle engendre (1,74 m/s), nous préconisons la conduite fonte DN 450 mm. Cette dernière a l'avantage d'engendrer moins de pertes de charge donc plus économique en exploitation (pompage).

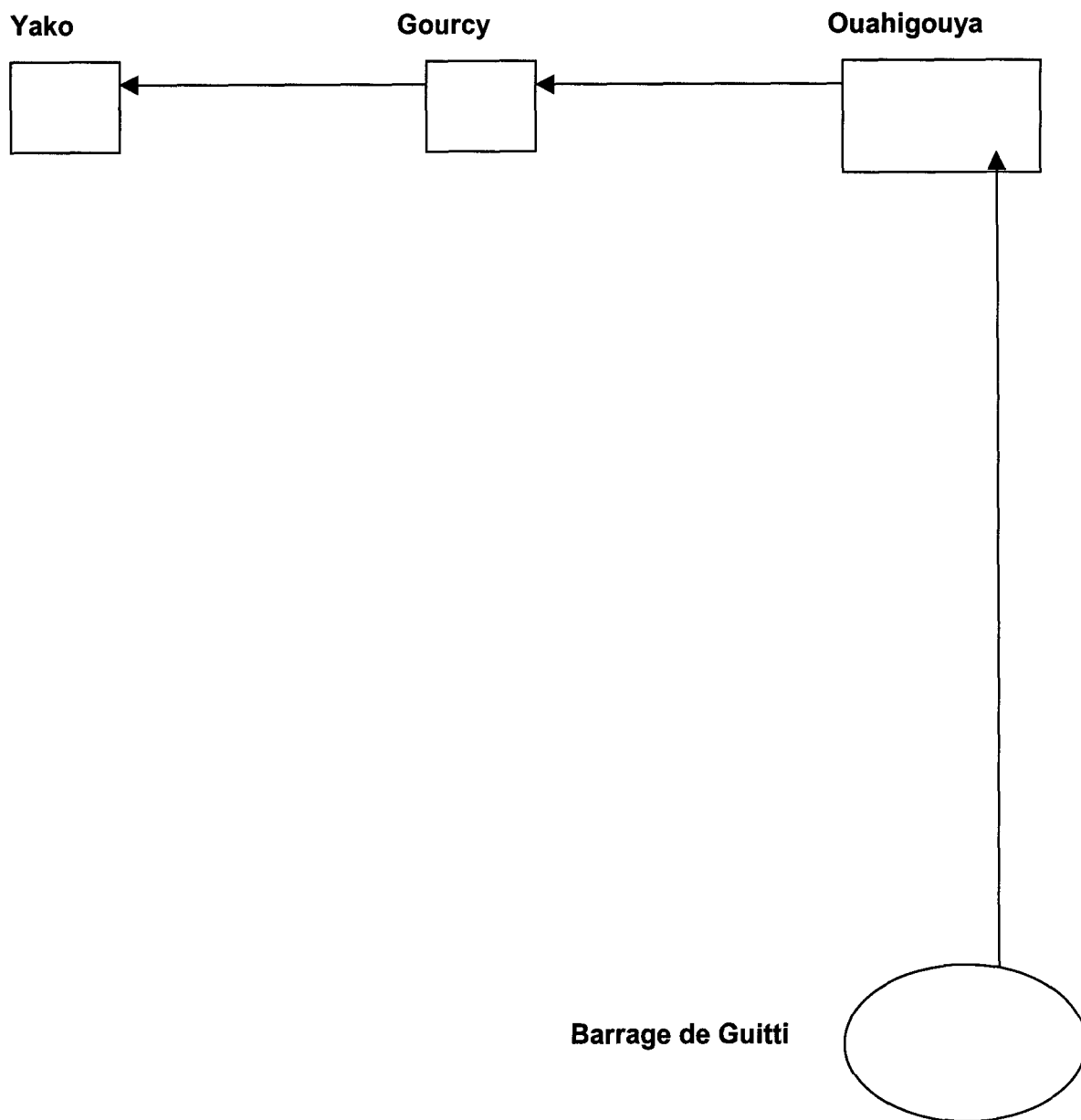
Tableau 36: Choix de la conduite barrage Kanazoé - Yako

DN (mm)	GA (FCFA)	Entretien (FCFA)	Cp (FCFA)	CT (FCFA)
200	30367	61	618	31046
250	34610	69	198	34877
300	41855	84	78	42017
350	51750	104	35	51889
400	67634	135	18	67787
450	80258	161	10	80428
500	100499	201	6	100705
600	140760	282	2	141044
1000	306201	612	0	306813

Pour cette conduite nous avons retenu la conduite fonte de diamètre 250mm.

IX-2 AEP à partir du barrage de Guitti

Figure 3: Schéma de principe de l'AEP à partir du barrage de Guitti



IX-2-1 Station de traitement

La station de traitement à construire à l'aval de ce barrage aura les mêmes caractéristiques que celle prévue sur le barrage de Kanazoé, car elle est prévue pour alimenter également en eau potable l'ensemble des villes de la zone d'études.

IX-2-2 Conduite de refoulement

Tableau 37: Choix de la conduite barrage de Guitti - Ouahigouya

DN (mm)	CA (FCFA)	Entretien (FCFA)	Cp (FCFA)	CT (FCFA)
200	30367	61	74943	105370
250	34610	69	23962	58641
300	41855	84	9439	51378
350	51750	104	4293	56147
400	67634	135	2170	69939
450	80258	161	1189	81607
500	100499	201	694	101393
600	140760	282	273	141315
1000	306201	612	20	306833

La conduite fonte DN 450mm a été retenue.

Tableau 38: Choix de la conduite de Ouahigouya - Gourcy

DN (mm)	CA (FCFA)	Entretien (FCFA)	Gp (FCFA)	CT (FCFA)
200	30367	61	1076	31504
250	34610	69	344	35024
300	41855	84	136	42075
350	51750	104	62	51915
400	67634	135	31	67801
450	80258	161	17	80436
500	100499	201	10	100709
600	140760	282	4	141045
1000	306201	612	0	306813

Conduite retenue = fonte DN 300mm

Tableau 39: Choix de la conduite de Gourcy – Yako

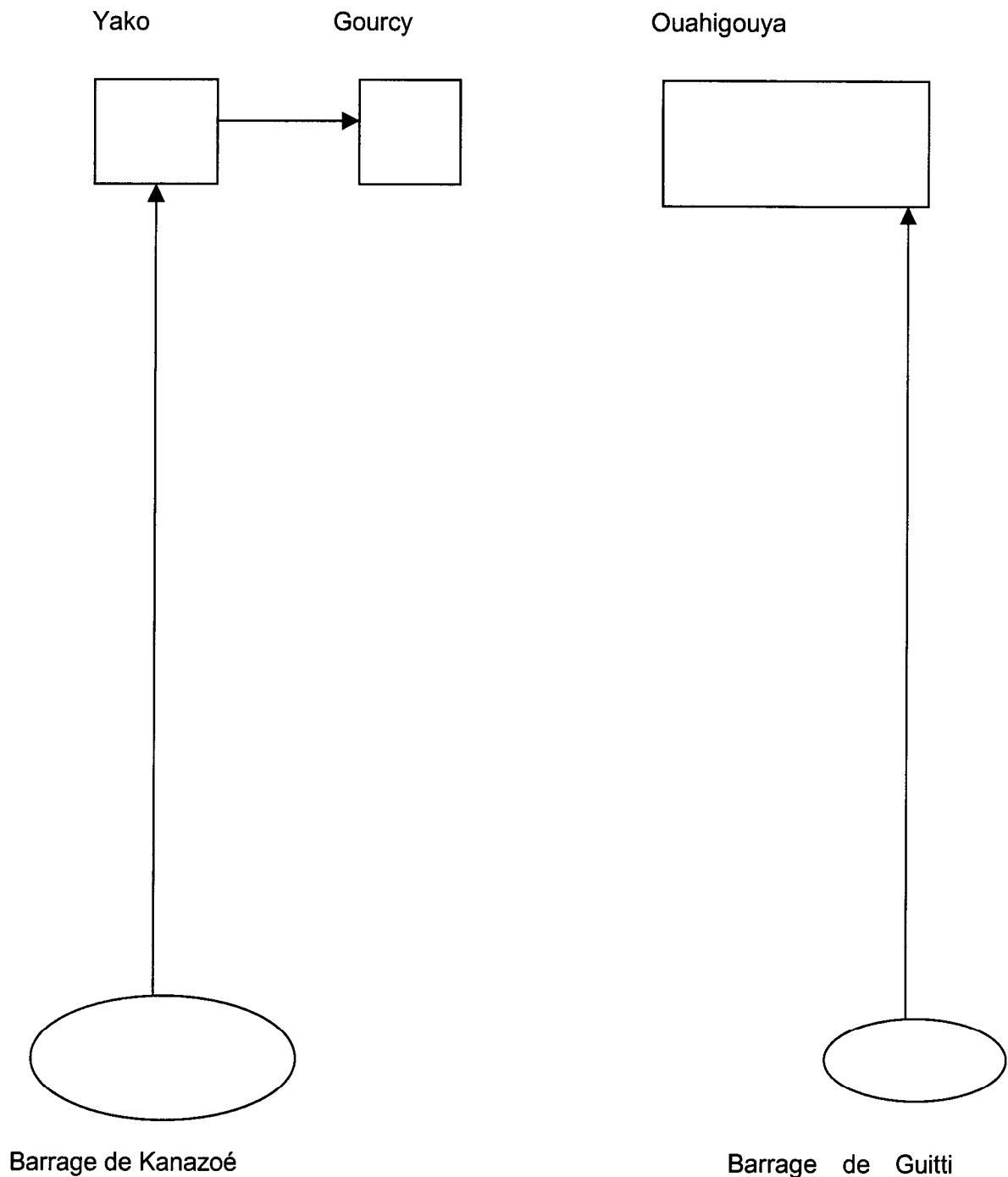
DN (mm)	CA (FCFA)	Entretien (FCFA)	Gp (FCFA)	CT (FCFA)
200	30367	61	248	30676
250	34610	69	79	34759
300	41855	84	31	41970
350	51750	104	14	51868
400	67634	135	7	67777
450	80258	161	4	80422
500	100499	201	2	100702
600	140760	282	1	141042
1000	306201	612	0	306813

Le diamètre de la conduite = fonte DN 250mm

IX-3 AEP de la zone d'études à partir des 2 barrages

Dans cette variante la ville de Ouahigouya sera alimentée en eau à partir du barrage de Guitti tant dis que les villes de Yako et Gourcy seront alimentées à partir du barrage de Kanazoé

Figure 4: Schéma de principe de l'AEP à partir des 2 barrages



Chapitre X Estimation des coûts des travaux

X-1 AEP à partir du barrage de Kanazoé

X-1-1 Description des travaux

Les travaux à réaliser dans le cadre de l'alimentation en eau potable à partir du barrage de Kanazoé seront composés comme suit :

- Une prise d'eau dans la digue du barrage permettant de refouler l'eau brute au niveau de l'unité de traitement. Au niveau de cette prise seront installées des électropompes submersibles.
- Une conduite d'amenée d'eau brute au niveau de l'unité de traitement,
- Deux décanteurs de type PULSATOR d'une capacité de 300 m³ / h chacun,
- Un poste de traitement,
- Un système de filtration ouvert sur sable,
- Une bache d'eau traitée en béton armé,
- Une station de pompage d'eau traitée,
- Des conduites de refoulement,
- Une ligne électrique à partir de la ville de Yako,
- Un groupe électrogène de secours pour sécuriser l'alimentation électrique des installations.

X-1-2 Pré dimensionnement des ouvrages et équipements

❖ **Station d'exhaure**

✓ **Détermination du débit de pompage**

Les besoins en eau de la zone d'études sont estimés à 10742 m³/j en 2020 pour un temps de pompage journalier de 20 heures.

Le débit horaire de pompage d'eau potable est donné par : $Q_{p1} = \frac{B_{max}}{T_p}$. Dans cette

formule :

-B_{max} = besoins journaliers à l'échéance de la planification (m³/j),

-T_p = temps de pompage (h).

En admettant une perte d'eau de 10% entre la bache d'eau claire et l'exhaure, le débit horaire d'eau brute à fournir à la station de traitement sera :

$$Q_{p2} = \frac{Q_{p1}}{(1-0.1)}$$

Cette méthodologie a permis d'obtenir les débits suivants :

$Q_{p1} = 540 \text{ m}^3/\text{h}$ et $Q_{p2} = 600 \text{ m}^3/\text{h}$.

Pour fournir ce débit Q_{p2} nous préconisons l'installation de 4 pompes d'un débit de $200 \text{ m}^3/\text{h}$ chacune. Trois des quatre pompes fonctionneront ensemble et la quatrième servira de réserve.

✓ **Conduite d'eau brute (de la prise au décanteur)**

Sa longueur est estimée à 350 m .

Son diamètre est donné par $D = \sqrt{\left(\frac{4 \times Q}{V \times \Pi}\right)}$

En admettant une vitesse de 1 m/s dans la conduite, la conduite d'exhaure aura un **diamètre de 500 mm** .

✓ **Hauteur manométrique des pompes (HMT)**

$HMT = HGT + PDC$ avec :

$HGT =$ Hauteur Géométrique Totale (m),

$PDC =$ Pertes de charge (m). Les PDC ont été calculées à l'aide de la formule Manning Strickler.

$HMT = \frac{10.29 \times Q^2 \times L \times 1.1}{K^2 \times D^{(16/3)}} + HGT$. Dans cette formule :

$Q =$ débit transitant dans la conduite (m^3/s),

$L =$ longueur de la conduite (m),

$K =$ coefficient de Manning : dans les calculs nous avons utilisé $K = 80$,

$D =$ diamètre de la canalisation (m).

Pour tenir compte des PDC singulières nous avons majoré les PDC linéaires de 10% .

La HMT par l'application de cette formule est de **16 m** pour une HGT de 15 m .

✓ **Puissance des pompes (P)**

$P = \frac{\mu \times g \times HMT \times Q}{\eta}$.

$\eta =$ rendement du groupe moteur pompe : nous l'avons supposé égal à 70% .

L'application de cette formule donne une puissance de $12,7 \text{ KW}$ arrondi à **13 KW** pour chaque pompe.

❖ **Décanteur de type PULSATOR**

Pour un meilleur fonctionnement du système de traitement nous préconisons la construction de 2 décanteurs d'une capacité de 300 m³ / h chacun d'ici l'échéance de la planification. Avant cette échéance en période de faible demande en eau pourra fonctionner qu'avec un seul décanteur.

❖ **Filtration sur sable**

-Nombre de filtres est donnés par $N=12 \times \sqrt{Q}$.

Pour $Q = \frac{600}{3600} \Rightarrow$ on aura 5 filtres à l'échéance du projet.

❖ **Capacité de la bache d'eau traitée**

Pour l'estimation de la capacité de la bache, nous avons adopté la démarche suivante :

-débit de pompage = $\frac{BJP}{T_p}$. Dans cette formule :

BJP = besoin de pointe journalier à l'échéance de la planification (10742 m³),

T_p = temps de pompage journalier maximum à la fin de la planification (20 heures)

-le débit d'alimentation du décanteur en eau brute = 600 m³/h.

En admettant une perte de 10% dans le traitement, on aura un débit entrant dans la bache de $600 \times \left(1 - \left(\frac{10}{100}\right)\right) = 540$ m³/h.

Au niveau du pompage nous prévoyons éviter au maximum les périodes de pointe de la SONABEL qui sont de 10h-14h et de 16h-19h.

En prenant en compte l'ensemble de ces facteurs, la bache aura la capacité suivante :

Tableau 40: Capacité de la bache d'eau claire

Apport d'eau dans la bache			Pompage (m3/h)	Stockage	
Heure		Arrivée m3/h		Horaire(m3/h)	Cumulé(m3)
début	Fin				
0	1	540	538	2	2
1	2	0	538	-538	-536
2	3	0	538	-538	
3	4	540	538	2	-1072
4	5	540	538	2	-1070
5	6	540	538	2	-1068
6	7	540	538	2	-1066
7	8	540	538	2	-1064
8	9	540	538	2	-1062
9	10	540	538	2	-1060
10	11	540	0	540	-520
11	12	540	0	540	20
12	13	0	0	0	20
13	14	0	0	0	20
14	15	540	538	2	22
15	16	540	538	2	24
16	17	540	538	2	26
17	18	540	538	2	28
18	19	540	538	2	30
19	20	540	538	2	32
20	21	540	538	2	34
21	22	540	538	2	36
22	23	540	538	2	38
23	24	540	538	2	40
Total		10800	10760		

La capacité utile de la bache VD = 1074 + 40 = 1114 m3.

En tenant compte d'une zone de dépôt (unitilisable) de 26 m3, la capacité totale de la bache sera de 1140 m3 arrondi à **1200 m3**.

❖ **Electropompes de la station d'eau claire**

➤ **Refoulement vers Gourcy et Ouahigouya**

✓ **Débit de pompage Q_p**

$$Q_p = \frac{B_{max}}{T_p}$$

B_{max} = besoins journaliers des villes de Gourcy et Ouahigouya,

T_p = temps de pompage journalier pour couvrir les besoins en eau.

✓ **Hauteur Manométrique Totale (HMT)**

$$HMT = \frac{10.29 \times Q^2 \times L \times 1.1}{K^2 \times D^{(16/3)}} + HGT$$

✓ **Puissances des pompes (P)**

$$P = \frac{\mu \times g \times HMT \times Q}{\eta}$$

L'application des trois formules ci-dessus a permis d'avoir les résultats suivants :

Qp = 450 m³/h. Le pompage de ce débit nécessite l'installation de 3 pompes d'un débit horaire de **150 m³/h** chacune. Une quatrième pompe servira de secours.

HMT = 193m pour une longueur de conduite de 78,6 Km, une HGT de 40m et un diamètre de 500mm,

Puissance de chaque pompe = 114,9 KW arrondi à **115 KW**, pour un rendement du groupe moteur pompe de 70%.

➤ **Refoulement vers Yako**

En appliquant la même démarche que celle de la conduite de refoulement de Ouahigouya, on aboutit aux résultats suivants :

Qp = 94 m³/h ⇒ l'installation de trois pompes de 47 m³/h chacune et dont une sera utilisée comme réserve.

HMT = 58 m pour un diamètre de 250mm et une longueur de 22Km,

Puissance P = 10,8 arrondi à **11 KW**

❖ **Alimentation électrique de la station de traitement**

La station de traitement sera alimentée en courant électrique à partir de la ville Yako qui est une des villes du Burkina à bénéficier des installations de la société nationale d'électricité (SONABEL). Selon la SONABEL, au cours de l'année 2004 les installations de la ville de Yako seront renforcées par un système d'interconnexion à partir de la ville de Ouahigouya ou une nouvelle centrale électrique est en cours de construction.

La ligne électrique à mettre en place sera en MT (moyenne tension) pour minimiser les chutes de tension et aura une longueur de 25 Km.

X-1-3 Bilan de puissance de l'installation

La puissance totale installée se compose de :

- Puissance installée à l'exhaure : $3 \times 13 = 39$ Kw,
- Equipements installés au niveau de l'unité de traitement : ils seront composés de 4 agitateurs de 5 Kw chacun et 9 pompes dose uses de 3Kw chacune, soit une puissance totale installée de 47 Kw,
- Puissance installée à la station d'eau claire = $115 \times 3 = 345$ Kw,
- Autres usages (éclairage, climatisation, etc..) : cette puissance sera estimée à 10% de la puissance totale soient $(39+47+345) \times 0,10 = 43$ KW

La puissance totale installée sera : $39+47+345+43 = 474$ KW

Cosφ global de l'installation de 0.80, on aura une puissance apparente de

$$\frac{474}{0.80} = 592 \text{ Kva.}$$

Compte tenu des puissances standardisées des transformateurs sur le marché et en tenant compte d'une éventuelle augmentation de la puissance installée, nous préconisons l'installation d'un transformateur d'une puissance 630 Kva

Le groupe électrogène de secours à installer aura également une puissance de 630 Kva.

X-1-4 Estimation du coût de réalisation des travaux

Les prix unitaires utilisés dans le cadre de cette évaluation son ceux du projet Ziga (alimentation en eau potable de la ville de Ouagadougou) et du projet d'alimentation eau potable de la ville de Bobo-Dioulasso.

Ces prix ont été actualisés avec un taux de 5%.

Tableau 41: Devis estimatif de l'AEP à partir du barrage de Kanazoé

N°	DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
1	Prise d'eau sur le barrage	U	1	178 500 000	178 500 000
2	Unité et bâtiment de traitement	U	1	598 000 000	598 000 000
3	Pompage d'eau claire	U	1	120 000 000	120 000 000
4	Ligne électrique	Km	25	5 620 000	140 500 000
5	Groupe électrogène de secours de 630 KVA	U	1	200 000 000	200 000 000
6	Conduite de refoulement de la ville de Ouahigouya DN 450mm	ML	78 600	80 250	6 307 650 000
7	Conduite alimentant la ville de Yako DN 250 mm	ML	22 000	34 610	761 420 000
8	Conduite alimentant la ville de Gourcy DN 200 mm	ML	18 000	30 367	546 606 000
9	Conduite d'exhaure DN 500 mm	ML	350	100 499	35 174 650
10	Bâtiment d'exploitation	U	1	25 000 000	25 000 000
11	SOUS TOTAL I				8 912 850 650
12	Etudes d'exécution des travaux (4%)	U	1		356 514 026
13	Contrôle des travaux (7%)	U	1		623 899 546
	TOTAL GENERAL				9 893 264 222

X-2 AEP à partir du barrage de Guitti

X-1-1 Description des travaux

Les travaux à réaliser dans le cadre de l'alimentation en eau potable à partir du barrage de Guitti seront composés comme suit :

- La construction de la retenue d'eau,
- Une prise d'eau dans la digue du barrage permettant de refouler l'eau brute au niveau de l'unité de traitement. Au niveau de cette prise seront installées des électropompes submersibles.
- Une conduite d'amenée d'eau brute au niveau de l'unité de traitement,
- Deux décanteurs de type PULSATOR d'une capacité de 400 m³ / h chacun,
- Un poste de traitement,
- Un système de filtration sur sable,
- Une bêche d'eau traitée en béton armé,
- Une station de pompage d'eau traitée,
- Une conduite de refoulement vers Ouahigouya,
- Une ligne électrique à partir de la ville de Ouahigouya,
- Un groupe électrogène de secours pour sécuriser l'alimentation électrique des installations.
- La construction de deux stations de reprise dont une à Ouahigouya et la seconde à Gourcy,
- La pose d'une conduite d'une conduite entre Ouahigouya et Gourcy d'une part et d'autre part entre Yako et Gourcy.

X-1-2 Pré dimensionnement des ouvrages et équipements

❖ Station d'exhaure

✓ Détermination du débit de pompage

Les besoins en eau de la zone d'études sont estimés à 10742 m³/j en 2020 pour un temps de pompage journalier de 20 heures.

Le débit horaire de pompage d'eau potable est donné par : $Q_{p1} = \frac{B_{max}}{T_p}$. Dans cette

formule :

-B_{max} = besoins journaliers à l'échéance de la planification (m³/j),

-T_p = temps de pompage (h).

En admettant une perte d'eau de 10% entre la bêche d'eau claire et l'exhaure, le débit horaire d'eau brute à fournir à la station de traitement sera :

$$Q_{p2} = \frac{Q_{p1}}{(1-0.1)}$$

Cette méthodologie a permis d'obtenir les débits suivants :

$$Q_{p1} = 540 \text{ m}^3/\text{h} \text{ et } Q_{p2} = 600 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Pour fournir ce débit Q_{p2} nous préconisons l'installation de 4 pompes d'un débit de 200 m³/h chacune. Trois des quatre pompes fonctionneront ensemble et la quatrième servira de réserve.

✓ **Conduite d'eau brute (de la prise au décanteur)**

Sa longueur est estimée à 250 m.

$$\text{Son diamètre est donné par } D = \sqrt{\left(\frac{4 \times Q}{V \times \Pi}\right)}$$

En admettant une vitesse de 1m/s dans la conduite, la conduite d'exhaure aura un **diamètre de 500 mm.**

✓ **Hauteur manométrique des pompes (HMT)**

HMT = HGT + PDC avec :

HGT = Hauteur Géométrique Totale (m),

PDC = Pertes de charge (m). Les PDC ont été calculées à l'aide de la formule Manning Strickler.

$$HMT = \frac{10.29 \times Q^2 \times L \times 1.1}{K^2 \times D^{(16/3)}} + HGT. \text{ Dans cette formule :}$$

Q = débit transitant dans la conduite (m³/s),

L = longueur de la conduite (m),

K= coefficient de Manning : dans les calculs nous avons utilisé K = 80,

D = diamètre de la canalisation (m).

Pour tenir compte des PDC singulières nous avons majoré les PDC linéaires de 10%.

La HMT par l'application de cette formule est de **11m** pour une HGT de 10m.

✓ **Puissance des pompes (P)**

$$P = \frac{\mu \times g \times HMT \times Q}{\eta}$$

η = rendement du groupe moteur pompe : nous l'avons supposé égal à 70%.

L'application de cette formule donne une puissance de 8,7 KW arrondi

à 9 KW pour chaque pompe.

❖ **Décanteur de type PULSATOR**

Pour un meilleur fonctionnement du système de traitement nous préconisons la construction de 2 décanteurs d'une capacité de 300 m³ / h chacun d'ici l'échéance de la planification. Avant cette échéance en période de faible demande en eau pourra fonctionner qu'avec un seul décanteur.

❖ **Filtration sur sable**

-Nombre de filtres est donnés par $N=12 \times \sqrt{Q}$.

Pour $Q = \frac{600}{3600} \Rightarrow$ on aura 6 filtres à l'échéance du projet.

❖ **Capacité de la bêche d'eau traitée**

La bêche d'eau traitée de la station Guitti aura les mêmes caractéristiques que celle qui sera construite au barrage de Kanazoé.

❖ **Electropompes de la station d'eau claire**

➤ **Refoulement vers Ouahigouya**

✓ **Débit de pompage Q_p**

$$Q_p = \frac{B_{\max}}{T_p}$$

B_{\max} = besoins journaliers des villes de Gourcy, Ouahigouya et Yako

T_p = temps de pompage journalier pour couvrir les besoins en eau.

✓ **Hauteur Manométrique Totale (HMT)**

$$HMT = \frac{10.29 \times Q^2 \times L \times 1.1}{K^2 \times D^{(16/3)}} + HGT$$

✓ **Puissances des pompes (P)**

$$P = \frac{\mu \times g \times HMT \times Q}{\eta}$$

L'application des trois formules ci-dessus a permis d'avoir les résultats suivants :

Qp = 450 m³/h. Le pompage de ce débit nécessite l'installation de 3 pompes d'un débit horaire de **150 m³/h** chacune. Une quatrième pompe servira de secours.

HMT = **130m** pour une longueur de conduite de 45,5 Km, une HGT de 40m et un diamètre de 450mm,

Puissance de chaque pompe = 77,4 KW arrondi à **78 KW**, pour un rendement du groupe moteur pompe de 70%.

➤ **Refoulement de Ouahigouya à Gourcy**

-Diamètre de la conduite : fonte DN 300 mm,

-Longueur = 39.8 Km,

-Débit de pointe = $\frac{(1872+980)}{20} = 142.6$ m³/h.

Le pompage de ce débit nécessite l'installation de deux pompes d'un débit de $\frac{142.6}{2} = 71.3$ m³ / h chacune arrondi à 72 m³/h. Une troisième pompe sera utilisée comme secours.

-Estimation de la hauteur manométrique totale (HMT) de chaque pompe

Pour une hauteur géométrique de 10m, chaque pompe devra avoir une HMT de :

$$\frac{10.29 \times Q^2 \times 1.1 \times L}{K^2 \times D^{(16/3)}} + \text{HGT}$$

Cette formule permet d'obtenir une HMT de 78m

-Estimation de la puissance du moteur de chaque pompe

$P = \frac{10^4 \times Q \times \text{HMT}}{\eta}$ avec η comme rendement du groupe électropompe. En admettant

un rendement de 70%, le moteur de chaque pompe devra avoir une puissance de 22,3 arrondi à 23 KW.

➤ **Refoulement de Gourcy à Yako**

-Diamètre de la conduite : fonte DN 250 mm,

-Longueur = 31.5 Km,

-Débit de pointe = $\frac{1872}{20} = 93.6$ m³/h.

Nombre de pompes : nous préconisons l'installation de deux pompes d'un débit de $\frac{93.6}{2} = 46.8$ m³ / h chacune arrondi à 47 m³/h. Une troisième pompe sera utilisée comme secours.

-Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT) de chaque pompe

Pour une hauteur géométrique de 10m, chaque pompe devra avoir une HMT de :

$$\frac{10.29 \times Q^2 \times 1.1 \times L}{K^2 \times D^{(16/3)}} + \text{HGT}$$

Cette formule permet d'obtenir une HMT de 72m

-Estimation de la puissance du moteur de chaque pompe

$$P = \frac{10^4 \times Q \times \text{HMT}}{\eta}$$
 avec η comme rendement du groupe électropompe. En admettant

un rendement de 70%, le moteur de chaque pompe devra avoir une puissance de 13,4 arrondi à 14kW.

❖ Alimentation électrique de la station de traitement

La station de traitement sera alimenter en courant électrique à partir de la ville Ouahigouya qui est une des villes du Burkina à bénéficier des installations de la société nationale d'électricité (SONABEL). La ligne électrique à mettre en place sera en MT (moyenne tension) pour minimiser les chutes de tension et aura une longueur de 45,5 Km

X-1-3 Bilan de puissance de l'installation

La puissance totale installée se compose de :

- Puissance installée à l'exhaure : 3 x 9= 27 kW,
- Equipements installés au niveau de l'unité de traitement : ces équipements seront composés de 4 agitateurs de 5 kW chacun et 9 pompes doseuses de 3Kw chacune, soit une puissance totale installée de 47 kW,
- Puissance installée à la station d'eau claire = 78 x 3 = 234 kW,
- Autres usages (éclairage, climatisation, etc..) : cette puissance sera estimée à 10% de la puissance totale soient 31 KW
- La puissance totale installée sera : 27+47+234+31= 339 KW.

En considérant un $\text{Cos}\phi$ global de l'installation de 0.80, on aura une puissance apparente de $\frac{339}{0.80} = 423,75 \text{ Kva}$.

Compte tenu des puissances standardisées des transformateurs sur le marché, nous préconisons l'installation d'un transformateur d'une puissance 630 Kva.

Le groupe électrogène de secours à installer aura également une puissance de 630 Kva.

X-1-4 Estimation du coût des travaux

Les prix unitaires sont ceux utilisés pour l'estimation du coût des travaux de l'AEP à partir du barrage de Kanazoé.

Tableau 42: Devis estimatif de l'AEP à partir du barrage de Guitti

N°	DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
1	Construction de la retenue d'eau(barrage)	U	1	2 500 000 000	2 500 000 000
2	Prise d'eau sur le barrage	U	1	178 500 000	178 500 000
3	Unité et bâtiment de traitement	U	1	299 000 000	299 000 000
4	Pompage d'eau claire	U	1	120 000 000	120 000 000
5	Ligne électrique	Km	45,5	5 620 000	255 710 000
6	Groupe électrogène de secours de 630 KVA	U	1	135 000 000	135 000 000
7	Conduite de refoulement de la ville de Ouahigouya DN 450 mm	ML	45 500	80 250	3 651 375 000
8	Conduite refoulement Ouahigouya - Gourcy DN 300mm	ML	39 800	41 855	1 665 829 000
9	Conduite refoulement Gourcy - Yako DN 250mm	ML	31 500	34 610	1 090 215 000
10	Conduite d'exhaure DN 500mm	ML	250	100 499	25 124 750
11	Station de reprise à Ouahigouya	U	1	17 500 000	17 500 000
12	Station de reprise à Gourcy	U	1	12 500 000	12 500 000
13	Bâtiment d'exploitation	U	1	25 000 000	25 000 000
14	SOUS TOTAL I				9 975 753 750
15	Etudes d'exécution des travaux (4%)	U	1		399 030 150
16	Contrôle des travaux (7%)	U	1		698 302 763
	TOTAL GENERAL				11 073 086 663

X-3 AEP à partir des 2 barrages

X-3-1 AEP des villes de Yako et Gourcy

Ces travaux seront composés de :

- Une prise d'eau dans la digue du barrage permettant de refouler l'eau brute au niveau de l'unité de traitement. Au niveau de cette prise seront installées des électropompes submersibles.
- Une conduite d'amenée d'eau brute au niveau de l'unité de traitement,
- Un décanteur de type PULSATOR d'une capacité de 200 m³/h,
- Un poste de traitement,
- Un système de filtration ouvert sur sable,
- Une bâche d'eau traitée en béton armé,
- Une station de pompage d'eau traitée,
- Des conduites de refoulement,
- Une ligne électrique à partir de la ville de Yako,
- Un groupe électrogène de secours pour sécuriser l'alimentation électrique des installations.

X-3-2 AEP de la ville de Ouahigouya

Les travaux seront composés de :

- La construction de la retenue d'eau,
- Une prise d'eau dans la digue du barrage permettant de refouler l'eau brute au niveau de l'unité de traitement. Au niveau de cette prise seront installées des électropompes submersibles.
- Une conduite d'amenée d'eau brute au niveau de l'unité de traitement,
- Deux décanteurs de type PULSATOR d'une capacité de 400 m³ / h chacun,
- Un poste de traitement,
- Un système de filtration sur sable,
- Une bâche d'eau traitée en béton armé,
- Une station de pompage d'eau traitée,
- Une conduite de refoulement vers Ouahigouya,
- Une ligne électrique à partir de la ville de Ouahigouya,
- Un groupe électrogène de secours pour sécuriser l'alimentation électrique des installations.

X-3-3 Estimation du coût des travaux

Les prix unitaires sont également ceux utilisés pour l'estimation du coût des travaux de l'AEP à partir du barrage de Kanazoé.

Tableau 43: Devis estimatif de l'AEP de la zone d'études à partir des 2 barrages

N°	DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
A	AEP des villes de Yako et Gourcy				
1	Prise d'eau sur le barrage	U	1	178 500 000	178 500 000
2	Unité et bâtiment de traitement	U	1	300 000 000	300 000 000
3	Pompage d'eau claire	U	1	120 000 000	120 000 000
4	Ligne électrique	Km	25	5 620 000	140 500 000
5	Groupe électrogène de secours de 150 KVA	U	1	140 000 000	140 000 000
6	Conduite de refoulement de la ville de Yako DN 300mm	ML	22 000	41 855	920 810 000
7	Conduite alimentant la ville de Gourcy DN 250 mm	ML	31 500	34 610	1 090 215 000
8	Bâtiment d'exploitation	U	1	25 000 000	25 000 000
	Conduite d'exhaure DN 400mm	ML	250	67 634	16 908 500
	Sous total				2 931 933 500
9	Etudes d'exécution des travaux (5%)	U	1		146 596 675
10	Contrôle des travaux (9%)	U	1		263 874 015
	SOUS TOTAL I				3 342 404 190
B	AEP de la ville de Ouahigouya				
1	Construction de la retenue d'eau(barrage)	U	1	2 500 000 000	2 500 000 000
2	Prise d'eau sur le barrage	U	1	178 500 000	178 500 000
3	Unité et bâtiment de traitement	U	1	300 000 000	300 000 000
4	Pompage d'eau claire	U	1	120 000 000	120 000 000
5	Ligne électrique	Km	45,5	5 620 000	255 710 000
6	Groupe électrogène de secours de 200 KVA	U	1	162 000 000	162 000 000
7	Conduite de refoulement de la ville de Ouahigouya DN 400 mm	ML	45 500	67 634	3 077 347 000
8	Bâtiment d'exploitation	U	1	25 000 000	25 000 000
	Conduite d'exhaure DN 300mm	ML	250	41 855	10 463 750
	Sous total				6 629 020 750
9	Etudes d'exécution des travaux (4%)	U	1		265 160 830
10	Contrôle des travaux (7%)	U	1		464 031 453
	SOUS TOTAL II				7 358 213 033
	TOTAL GENERAL				10 700 617 223

XI Analyse technique et financière des différentes variantes

XI-1 Analyse technique

XI-1-1 AEP à partir du barrage de Kanazoé

Le barrage de Kanazoé qui a une capacité de 75 millions de m³ en année moyenne permet à moyen et long terme de couvrir les besoins en eau de la population de la zone d'études tout en prenant en compte les autres besoins et pertes diverses.

En effet le barrage permettra de faire face :

- A l'évaporation qui est très importante dans la région (environ 10mm par jour en moyenne),
- aux besoins en eau du cheptel,
- Aux besoins en eau pour l'irrigation de 3000 ha situés en aval du barrage. Cette activité qui aura un impact très positif sur le revenu des populations permettra aussi de contribuer d'une manière sensible à l'autosuffisance alimentation du Burkina.

Le coût des travaux se chiffre à 9 893 264 222 FCFA hors taxes hors douane.

L'alimentation en eau de la zone d'études à partir de ce barrage offre les avantages et inconvénients suivants :

❖ Avantages :

- La capacité du barrage est suffisante pour assurer les besoins en eau après 2020,
- Le site est favorable à l'installation d'activités touristiques qui seront génératrices de revenus,
- Le coût des travaux est acceptable,
- La construction d'une station de traitement permettra de valoriser l'ouvrage.

❖ Inconvénients :

- la dégradation de la qualité de l'eau due au maraîchage en amont du barrage,
- le site est relativement éloigné de la ville de Ouahigouya d'ou un important investissement dans l'acquisition des conduites.

XI-1-1-1 Phasage des travaux

Ces travaux pourront être exécutés conformément au plan suivant :

✓ **Période 2004 à 2005**

Cette période serait consacrée à la mobilisation des fonds nécessaires à la réalisation des travaux.

✓ **Période 2006 à 2008**

Les villes de Ouahigouya et Gourcy qui connaissent actuellement beaucoup de difficultés dans l'approvisionnement en eau potable seraient prioritaires dans le cadre de ces travaux.

Pendant cette période compte tenu de l'importance des débits, un réajustement pourrait s'effectuer sur les temps de pompage des forages de Yako pour permettre de couvrir les besoins en eau de la commune.

Cette phase comprendra les travaux suivants :

- aménagement de la prise d'eau et installation de la station d'exhaure,
- construction d'un des deux décanteurs et les bâtiments de traitement,
- la station de pompage d'eau claire,
- l'installation de la ligne électrique,
- la fourniture et la pose de la conduite de refoulement alimentant la ville de Ouahigouya,
- la fourniture et la pose de la conduite de refoulement alimentant la ville de Gourcy,
- la fourniture et la pose de la conduite d'exhaure,
- la construction du bâtiment d'exploitation,
- les études d'exécution et le contrôle des travaux.

✓ **Période 2009 à 2010**

Au cours de cette période les travaux restants seront exécutés. Ces travaux se composeront de :

- l'acquisition d'un groupe électrogène de secours,
- des installations d'alimentation en eau potable de la ville de Yako,
- les études et le contrôle des travaux,
- construction du second décanteur de type PULSATOR.

XI-1-2 AEP à partir du barrage de Guitti

Le barrage de Guitti qui sera conçu pour contenir les volumes annuellement écoulés en année décennale sèche aura une capacité de 30 millions de m³. En terme de quantité retenue ce barrage permet à moyen et long terme de couvrir les besoins en eau de la population de la zone d'études.

La levés topographiques effectués au cours de notre sortie indiquent que le barrage s'étalera sur plus de 10Km. Cela provoquera une importante perte d'eau par évaporation et par infiltration qui sont des paramètres proportionnels à la surface du plan d'eau.

La présence de cette retenue d'eau incitera les populations riveraines à pratiquer des cultures de contre saison pour accroître leur revenu monétaire et assurer leur autosuffisance alimentaire.

En basant l'alimentation en eau potable de la zone d'études à partir de ce barrage le coût des travaux se chiffre à 11 073 086 663 FCFA hors taxes hors douane.

Ce barrage offre les avantages et inconvénients suivants :

❖ **Avantages :**

- la construction de ce barrage favorisera le développement de l'irrigation

❖ **Inconvénients :**

- l'étalement du barrage d'où beaucoup de pertes d'eau par évaporation et par infiltration,
- le coût de réalisation des travaux très élevé,
- le volume d'eau mobilisable à partir de ce barrage couvrira avec justesse les besoins en eau à l'échéance du projet,
- Influence sur l'écoulement aval du barrage.

XI-1-2-1 Phasage des travaux

Ces travaux pourront être exécutés conformément au plan suivant :

✓ **Période 2004 à 2005**

Cette période serait consacrée à la mobilisation des fonds nécessaires à la réalisation des travaux.

✓ **Période 2006 à 2008**

les villes de Ouahigouya et Gourcy qui connaissent actuellement beaucoup de difficultés dans l'approvisionnement en eau potable seraient prioritaires dans le cadre de ces travaux .

Pendant cette période compte de l'importance des débits, un réajustement pourrait s'effectuer sur les temps de pompage des forages de Yako pour permettre de couvrir les besoins en eau de la commune.

Cette phase comprendra les travaux suivants :

- la construction du barrage,
- aménagement de la prise d'eau et installation de la station d'exhaure,
- construction d'un des deux décanteurs et les bâtiments de traitement,
- la station de pompage d'eau claire,
- l'installation de la ligne électrique,
- la fourniture et la pose de la conduite de refoulement alimentant la ville de Ouahigouya,
- la fourniture et la pose de la conduite de refoulement alimentant la ville de Gourcy,
- la fourniture et la pose de la conduite d'exhaure,
- la construction du bâtiment d'exploitation,
- les études d'exécution et le contrôle des travaux.

✓ **Période 2009 à 2010**

Au cours de cette période les travaux restants seront exécutés. Ces travaux se composeront de :

- l'acquisition d'un groupe électrogène de secours,
- la fourniture et la pose de la conduite d'alimentation de la ville de Yako,
- les études et le contrôle des travaux,
- Construction du second décanteur de type PULSATOR.

XI-1-3 AEP à partir des deux barrages

Dans ce système les villes de Yako et Gourcy seront alimentées en eau à partir du barrage de Kanazoé et la ville de Ouahigouya à partir du barrage de Guitti.

Le coût des travaux se chiffre à 10 700 617 223 FCFA HT HD.

L'AEP de la zone d'études sur cette base présente les avantages et inconvénients suivants :

❖ **Avantages :**

- Le développement de la petite irrigation autour du barrage de Guitti,
- L'utilisation des 2 sources permet de sécuriser l'alimentation en eau potable de la zone d'études,

- L'utilisation des 2 sources permet de sécuriser l'alimentation en eau potable de la zone d'études,
- Participation à la gestion intégrée des ressources en eau,
- Volume d'eau mobilisable très importante.

❖ Inconvénients :

- Le coût de réalisation des travaux est relativement élevé.

XI-2 Analyse financière

L'analyse financière effectuée dans le cadre de cette étude a consisté à faire une estimation des charges et des produits sur chaque exercice.

La différence entre les produits et charges, rapportée au m3 a permis de voir la rentabilité de chaque système proposé.

Les prix utilisés dans cette analyse financière sont ceux appliqués par l'ONEA.

Le détail des calculs est présenté en annexes.

XI-2-1 AEP à partir du barrage de Kanazoé

La méthodologie ci-dessus indiquée a permis d'obtenir les résultats suivants :

- Compte tenu de l'important investissement effectué en 2002 et 2003, et cela en vue de réduire le déficit en eau de Ouahigouya, on a abouti à un résultat déficitaire.
- l'alimentation en eau à partir du barrage de Kanazoé qui sera très important en investissement va créer un déficit de 2009 à 2014 soient pendant 6 ans.

Le système ne pourra être rentable qu'à partir de 2015.

XI-2-2 AEP à partir du barrage de Guitti

La même méthodologie que celle utilisée au niveau de l'AEP à partir du barrage de Kanazoé a abouti aux résultats suivants :

- Compte tenu de l'important investissement effectué en 2002 et 2003, et cela en vue de réduire le déficit en eau de Ouahigouya, on a abouti à un résultat déficitaire.

L'AEP à partir du barrage de Guitti provoquera un déficit de 2009 à 2012 soient pendant 4 ans.

XI-2-3 AEP à partir des 2 barrages

La même méthodologie que celle utilisée au niveau de l'AEP à partir du barrage de Kanazoé a abouti aux résultats suivants :

- Compte tenu de l'important investissement effectué en 2002 et 2003, et cela en vue de réduire le déficit en eau de Ouahigouya, on a abouti à un résultat déficitaire.

L'AEP à partir du barrage de Guitti provoquera un déficit de 2009 à 2012 soient pendant 4 ans.

Choix de solutions

- AEP à partir du barrage de Kanazoé : sur le plan économique l'alimentation en eau potable de la zone d'études à partir de ce barrage est plus avantageux que les deux autres variantes.

Cette utilisation permettra de valoriser le barrage qui actuellement sert qu'à l'abreuvement des animaux et à l'irrigation des rives immédiates du plan d'eau.

- AEP à partir du barrage de Guitti : de toutes les trois variantes, sa réalisation est la plus coûteuse d'une part et d'autre part la capacité du barrage ne permettra de couvrir l'ensemble des besoins en eau de la zone d'études au delà de l'échéance de la planification.

- AEP à partir des 2 barrages : cette variante offre les avantages suivants :

- Assurer la sécurité de l'alimentation en eau potable de la zone d'études (deux sources d'alimentation),
- Permettre une large couverture des besoins en eau au-delà de l'échéance de la planification,
- Participer à la gestion intégrée des ressources en eau dans la région,
- Assurer l'alimentation en eau de certaines localités de la zone d'études autres que les villes concernées par la présente étude,
- Phasage des travaux clair : priorité à l'alimentation des villes très déficitaires telle que Ouahigouya et Gourcy,
- Développement de l'irrigation qui permettra d'accroître le revenu des populations et de sécuriser la production agricole qui est tributaire de la pluviométrie.

L'analyse précédente permet de retenir en première position l'AEP à partir des 2 barrages comme solution à l'AEP de la zone d'études, vient ensuite l'AEP à partir du barrage de Kanazoé et enfin la variante à partir du barrage de Guitti

Conclusion et recommandations

Dans un pays sahélien comme le Burkina Faso où l'alimentation des sources d'eau est tributaire de la pluviométrie, l'insuffisance des précipitations se présente comme une contrainte majeure à la satisfaction des besoins en eau.

La région Nord alimentée en eau potable à partir d'eau souterraine connaît d'énormes difficultés d'alimentation en eau des populations.

Il ressort de la présente étude une impossibilité d'alimenter en eau la région Nord à partir d'eau souterraine d'où la nécessité de s'orienter vers les eaux de surface pour assurer les besoins en eau des populations.

L'analyse technique et financière des différents systèmes proposés pour l'alimentation en eau de la zone d'études a permis de retenir la variante << AEP à partir des 2 barrages >> comme solution durable pour l'alimentation en eau potable de la région Nord.

Pour sauvegarder la qualité de l'eau et limiter l'envasement au niveau du barrage de Kanazoé qui sera une des sources d'alimentation en eau nous recommandons :

- Le déplacement des maraîchers qui exploitent les rives immédiates du plan d'eau. Ils pourront ainsi observer un périmètre de sécurité de 200m à partir de la limite supérieure du niveau des plus hautes eaux,
- La plantation dans ce périmètre de sécurité des espèces végétales capables de retenir les matériaux solides qui se seront arrachés tout au long du parcours de l'eau,
- Un diagnostic très approfondi du barrage devra s'effectuer pour vérifier sa stabilité.

Bibliographie

- JEAN MAURICE DURANT, Paul ROYET, Patrice MERIAUX – 1998 : Technique des petits barrages en Afrique sahélienne et Equatoriale, 415 p.
- Groupe de travail permanent pour les barrages en aménagement rural du Ministère de l'agriculture (France) – 1974 : Technique des barrages en Aménagement Rural, 325 p.
- AFVP-GRET-ACCT _ 1988 : La maîtrise des crues dans les bas fonds
- Association Française des Constructeurs de Pompes (AFCP) : Installation des pompes
- Sahel Consult-NIRAS - 2001 Ressources en eau de surface à Ouahigouya (Rapport final)
- Sahel Consult-NIRAS -1999 Rapport d'études socio-économiques du centre de Gourcy
- Sahel Consult-NIRAS – 2000 Rapport d'études socio-économiques du centre de Yako
- Sahel GERTEC Rapport d'études Socio-économiques du centre de Ouahigouya (Novembre 2002)
- ONEA – 2000 Plan de développement du centre de Gourcy
- ONEA – 2000 Plan de développement du centre de Yako
- ONEA – 2002 Plan de développement du centre de Ouahigouya
- FAO – ORSTOM - CEMAGREF – 1996 : Crues et apports, 244 p.

- Entreprise Oumarou Kanazoé – 1997 Rapport d'études Hydrologiques, hydraulique de conception du barrage de KANAZOE

- DENIS ZOUNGRANA – 2002 : Cours d'approvisionnement en eau potable, 139 p.

- ALBERT MABILOT- 1995 : Le forage d'eau (guide pratique), 237 p.

- : Publication du CIR (Centre Internationale de Référence pour l'approvisionnement en eau collective et l'assainissement – 1983 : Alimentation en eau potable des petites collectivités, 350 p.

- GIRE (version définitive) – 2001 : Etat des lieux des ressources en eau du Burkina Faso et leur cadre de gestion, 243 p.

- Politique et stratégies en matière d'eau au Burkina Faso – 1998, 126 p.

- CINTECH – 2000 Dossier d'études d'Aménagements du barrage de KANAZOE : levés topographiques

- Guillet J.R. Cours de traitement des eaux de consommation

- G. Bordo A. – J. LIEB Cours d'électrification rurale (EIER)

- DEGREMONT – 1989 : Mémento Technique de l'Eau (T1, T2)

- DEGREMONT – 1997 Document de synthèse d'une rencontre technique à Ouagadougou

ANNEXES

ANNEXE 1 : Détail de l'estimation des besoins en eau

**ANNEXE 1-1 : Détail de l'estimation des besoins en eau de
la ville de Ouahigouya**

Estimation des besoins en eau de la commune de Ouahigouya

Année	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Pop. agglomération urbaine	65 223	67 180	69 195	71 271	73 409	75 611	77 880	80 216	82 623	85 101	87 654	90 284	92 992	95 782	98 656	101 615	104 664	107 804	111 038
Taux de desserte %	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96
Population desservie	39 134	41 651	44 285	47 039	49 918	52 928	56 073	59 360	62 793	66 379	70 123	74 033	78 114	82 373	86 817	91 454	96 291	101 335	106 596
Taux de croissance des BP, %	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5	4	4	4	4	5	5	5	6	6	8	8	10
Population desservie par BP	13610	15710	16181	16667	17250	17854	18479	19218	19987	20786	21617	22698	23833	25025	26526	28118	30367	32797	36077
Nombre de BP	1361	1571	1618	1667	1725	1785	1848	1922	1999	2079	2162	2270	2383	2502	2653	2812	3037	3280	3608
Nombre de BF	51	53	54	56	57	57	59	59	63	63	63	66	67	67	70	74	78	81	86
Population servi par BF	25 524	25 941	28 104	30 372	32 668	35 074	37 595	40 142	42 807	45 593	48 506	51 334	54 280	57 348	60 291	63 336	65 923	68 539	70 520
Cons. moy spécifique BP, l/jh	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	56	57	57	58	58	59	59	60	60
Cons. moy spécifique BF, l/jh	20	20	21	21	21	21	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	24	25	25
Cons. moy par jour BP, m3	708	817	858	883	932	964	1016	1057	1119	1164	1211	1294	1358	1451	1539	1659	1792	1968	2165
Cons. moy par jour BF, m3	510	519	590	638	686	737	827	883	942	1049	1116	1181	1248	1376	1447	1520	1582	1713	1763
Cons. moy par jour, m3	1218	1336	1448	1521	1618	1701	1843	1940	2061	2213	2326	2474	2607	2828	2986	3179	3374	3681	3928
Cons. moy/jour Gr. Maisons, m3	522	532	543	554	565	576	588	600	612	624	636	649	662	675	689	703	717	731	746
Cons. moy/jour Admin., m3	147	150	153	156	159	162	166	169	172	176	179	183	186	190	194	198	202	206	210
Cons. moy/jour Budg. Nat., m3	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	21	21	21
Cons. moy/jour Station ONEA, m3	8	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11
Pertes, m3	448	479	508	529	555	578	615	642	674	713	744	782	817	873	914	964	1014	1091	1153
Besoin moy par jour total, m3	2358	2520	2676	2785	2922	3043	3238	3377	3545	3753	3913	4117	4302	4596	4813	5075	5338	5741	6069
Besoin max par jour, m3	3 068	3 277	3 479	3 620	3 798	3 966	4 209	4 390	4 609	4 878	5 087	5 352	5 593	5 975	6 257	6 597	6 939	7 483	7 890

**ANNEXE 1-2 : Détail de l'estimation des besoins en eau de
la ville de Gourcy**

Estimation des besoins en eau de la commune de Gourcy

Année	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Pop. agglomération urbaine	22 515	22 965	23 425	23 893	24 371	24 858	25 356	25 863	26 380	26 908	27 446	27 995	28 554	29 126	29 708	30 302	30 908	31 526	32 157
Taux de desserte %	65	67	70	70	71	71	72	72	75	75	78	80	80	82	85	86	88	90	90
Population desservie	14 635	15 387	16 397	16 725	17 303	17 649	18 256	18 621	19 785	20 181	21 408	22 396	22 844	23 883	25 252	26 060	27 199	28 374	28 941
Taux de croissance des BP, %	2	2	5	5	5	6	6	6	6	6	7	8	8	8	9	9	9	10	10
Population desservie par BP	1 215	991	1 041	1 093	1 148	1 217	1 290	1 367	1 449	1 536	1 643	1 775	1 917	2 070	2 257	2 460	2 681	2 949	3 244
Nombre de BP	81	83	87	91	96	101	107	114	121	128	137	148	160	173	188	205	223	246	270
Nombre de BF	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	15	15	16	16	17	18	20	22	23
Population servi par BF	13 420	14 395	15 356	15 632	16 156	16 433	16 966	17 254	18 336	18 645	19 764	20 621	20 927	21 813	22 995	23 600	24 518	25 425	25 697
Cons. moy spécifique BP, l/jh	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Cons. moy spécifique BF, l/jh	15	15	15	15	15	15	18	18	18	18	18	20	20	20	20	20	20	20	20
Cons. moy par jour BP, m3	67	55	57	60	63	67	71	75	80	84	90	98	105	114	124	135	147	162	178
Cons. moy par jour BF, m3	201	216	230	234	242	246	305	311	330	336	356	412	419	436	460	472	490	508	514
Cons. moy par jour, m3	268	270	288	295	305	313	376	386	410	420	446	510	524	550	584	607	638	671	692
Cons. moy/jour Gr. Maisons, m3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6
Cons. moy/jour Admin., m3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Cons. moy/jour Budg. Nat., m3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Cons. moy/jour Station ONEA, m3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Pertes, m3	20	20	20	20	25	25	25	25	25	32	32	32	32	32	32	45	45	45	45
Besoin moy par jour total, m3	300	302	320	327	343	351	415	424	449	466	492	557	571	597	632	668	699	732	754
Besoin max par jour, m3	390	393	416	425	446	457	539	552	583	606	640	724	742	777	821	869	909	952	980

**ANNEXE 1-3 : Détail de l'estimation des besoins en eau de
la ville de Yako**

Estimation des besoins en eau de la commune de Yako

Année	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Pop. agglomération urbaine	21 748	22 335	22 938	23 558	24 194	24 847	25 518	26 207	26 914	27 641	28 387	29 154	29 941	30 749	31 580	32 432	33 308	34 207	35 131
Taux de desserte %	71	72	74	75	77	78	80	81	83	84	86	87	89	90	91	93	94	96	96
Population desservie	15 386	16 132	16 907	17 713	18 549	19 418	20 320	21 257	22 230	23 239	24 287	25 375	26 503	27 674	28 889	30 150	31 457	32 813	33 726
Taux de croissance des BP, %	15	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	10	10	10
Population desservie par BP	1 189	1 284	1 387	1 498	1 618	1 748	1 887	2 038	2 201	2 377	2 568	2 773	2 995	3 235	3 493	3 773	4 075	4 401	4 753
Nombre de BP	129	140	151	163	176	190	205	222	239	258	279	301	326	352	380	410	443	478	517
Nombre de BF	16	16	17	17	18	18	20	20	21	21	22	22	22	25	25	25	25	26	26
Population servi par BF	14 197	14 848	15 520	16 215	16 931	17 671	18 433	19 219	20 028	20 862	21 720	22 602	23 508	24 440	25 396	26 377	27 382	28 412	28 973
Cons. moy spécifique BP, ljh	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Cons. moy spécifique BF, ljh	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Cons. moy par jour BP, m3	83	90	97	105	113	122	132	143	154	166	180	194	210	226	245	264	285	308	333
Cons. moy par jour BF, m3	426	445	466	486	508	530	553	577	601	626	652	678	705	733	762	791	821	852	869
Cons. moy par jour, m3	509	535	563	591	621	652	685	719	755	792	831	872	915	960	1006	1055	1107	1160	1202
Cons. moy/jour Gr. Maisons, m3	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Cons. moy/jour Admin., m3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Cons. moy/jour Budg. Nat., m3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Cons. moy/jour Station ONEA, m3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pertes, m3	94	98	103	108	114	119	125	131	137	144	151	158	165	173	182	190	199	209	216
Besoin moy par jour total, m3	625	656	688	722	757	794	832	873	915	958	1004	1052	1103	1155	1210	1268	1328	1392	1440
Besoin max par jour, m3	813	853	895	939	984	1 032	1 082	1 134	1 189	1 246	1 306	1 368	1 434	1 502	1 573	1 648	1 727	1 809	1 872

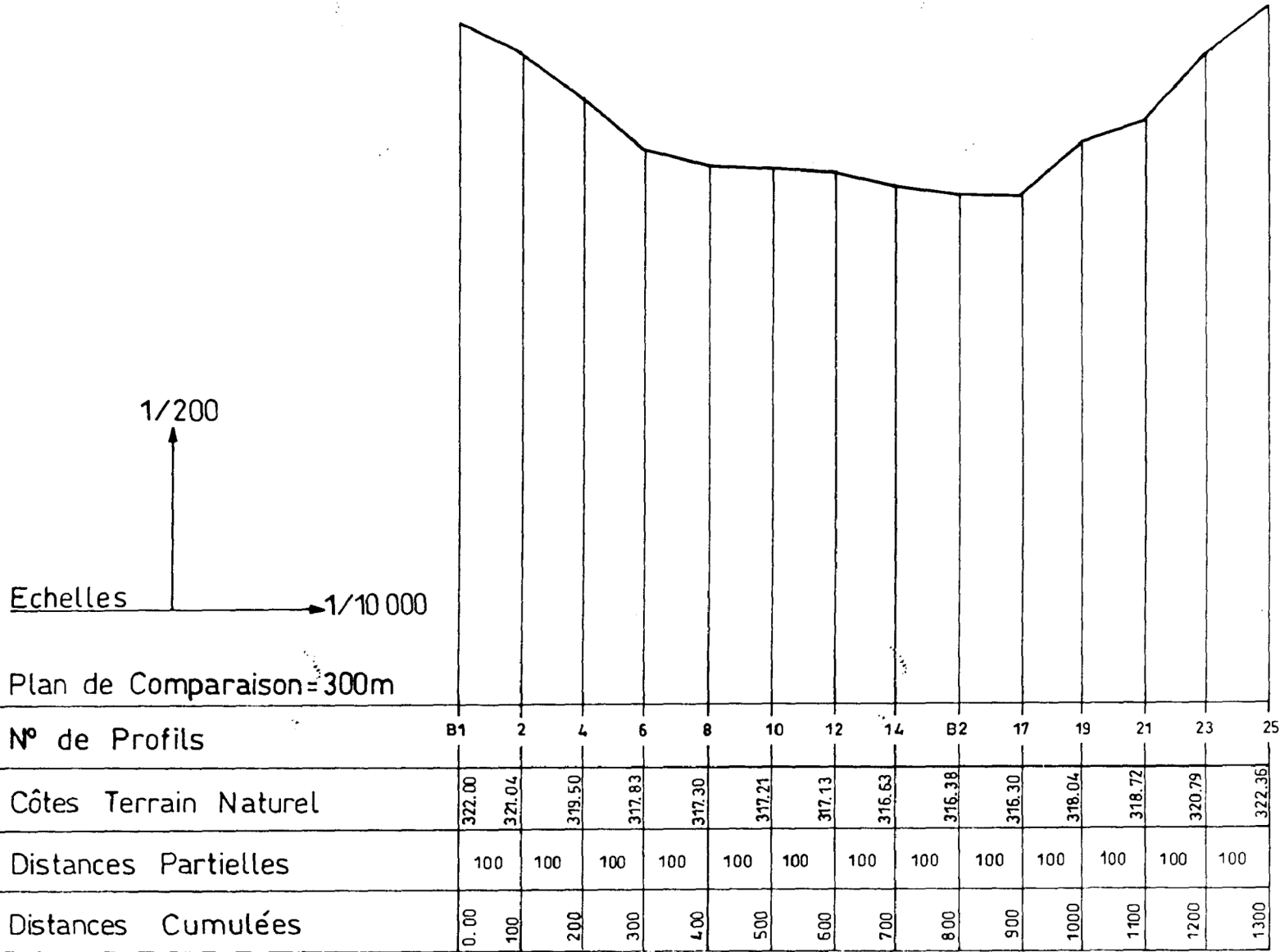
**ANNEXE 1-4 : Détail de l'estimation des besoins en eau de
la zone d'études**

Estimation des besoins en eau de la zone d'études

Année	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Pop. agglomération urbaine	109 486	112 480	115 558	118 722	121 974	125 317	128 753	132 285	135 917	139 650	143 487	147 432	151 488	155 657	159 943	164 350	168 880	173 537	178 325
Taux de desserte %	63	65	67	69	70	72	74	75	77	79	81	83	84	86	88	90	92	94	95
Population desservie	69 154	73 170	77 589	81 477	85 771	89 996	94 650	99 238	104 808	109 799	115 818	121 803	127 461	133 930	140 958	147 663	154 947	162 522	169 263
Taux de croissance des BP, %	14	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	8	8	10	
Population desservie par BP	16 014	17 986	18 610	19 258	20 016	20 818	21 656	22 623	23 637	24 699	25 829	27 246	28 745	30 330	32 276	34 350	37 123	40 146	44 073
Nombre de BP	1571	1793	1856	1921	1997	2077	2160	2257	2359	2465	2578	2719	2869	3027	3220	3427	3703	4004	4395
Nombre de BF	78	80	83	85	87	88	92	92	98	98	100	103	105	108	112	117	123	129	135
Population servi par BF	53 140	55 184	58 980	62 219	65 755	69 178	72 994	76 615	81 171	85 100	89 990	94 557	98 715	103 600	108 682	113 313	117 824	122 376	125 190
Cons. moy spécifique BP, l/jh	54	53	54	54	55	55	56	56	57	57	57	58	58	59	59	60	60	61	61
Cons. moy spécifique BF, l/jh	21	21	22	22	22	22	23	23	23	24	24	24	24	25	25	25	25	25	25
Cons. moy par jour BP, m3	858	961	1012	1048	1108	1153	1219	1275	1353	1415	1481	1586	1674	1792	1907	2058	2224	2438	2676
Cons. moy par jour BF, m3	1138	1180	1286	1359	1436	1513	1685	1770	1873	2010	2123	2271	2372	2546	2669	2783	2894	3074	3146
Cons. moy par jour, m3	1995	2142	2298	2407	2544	2667	2905	3045	3226	3425	3604	3857	4046	4338	4576	4842	5118	5512	5822
Cons. moy/jour Gr. Maisons, m3	537	547	558	569	580	592	603	615	627	640	652	665	678	691	705	719	733	747	762
Cons. moy/jour Admin., m3	155	158	161	164	168	171	174	177	181	184	188	192	195	199	203	207	211	215	219
Cons. moy/jour Budg. Nat., m3	23	24	24	24	25	25	25	26	26	27	27	28	28	28	29	29	30	30	31
Cons. moy/jour Station ONEA, m3	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15
Pertes, m3	562	597	632	657	694	722	765	797	836	889	926	972	1015	1079	1128	1199	1258	1345	1414
Besoin moy par jour total, m3	3284	3479	3684	3834	4022	4188	4485	4673	4908	5177	5410	5726	5976	6349	6655	7011	7365	7865	8264
Besoin max par jour, m3	4269	4523	4790	4984	5229	5445	5830	6075	6381	6730	7033	7444	7768	8254	8661	9114	9575	10224	10743

**ANNEXE 2: Levés topographiques de la digue du barrage
de Guitti**

SITE de GUITTI : PROFIL en LONG de la DIGUE



Données du Profil en Long de la Digue du Barrage de Guitti

N° de points	Distances (m)	Lectures Arrières	Lectures Avants	Dénivelées (m)	Altitudes (m)	N° de points
B1		0.718			322.00	B1
	50			-0.35		
1			1.070		321.65	1
	50			-0.61		
2			1.678		321.04	2
	50			-0.85		
3		0.649	2.525		320.19	3
	50			-0.69		
4			1.345		319.50	4
	50			-0.89		
5			2.228		318.61	5
	50			-0.78		
6		1.029	3.011		317.83	6
	50			-0.42		
7			1.452		317.41	7
	50			-0.11		
8			1.560		317.30	8
	50			-0.27		
9			1.830		317.03	9
	50			+0.18		
10		1.404	1.650		317.21	10
	50			-0.04		
11			1.369		317.17	11
	50			-0.04		
12			1.488		317.13	12
	50			-0.43		
13			1.912		316.70	13
	50			+0.07		
14		1.204	1.981		316.63	14
	50			+0.15		
15			1.361		316.48	15
	50			-0.10		
B2			1.452		316.38	B2
	50			+0.02		
16			1.432		316.40	16
	50			-0.10		
17		2.641	1.539		316.30	17
	50			+0.35		
18			2.295		316.65	18
	50			+1.39		
19		2.310	0.904		318.04	19
				+0.95		

N° de points	Distances (m)	Lectures Arrières	Lectures Avants	Dénivelés (m)	Altitudes (m)	N° de points
20	50		1.365	+0.95	318.99	20
21	50	2.555	1.633	-0.27	318.72	21
22	50		1.412	+1.14	319.86	22
23	50	2.790	0.488	+0.93	320.79	23
24	50		1.880	+0.91	321.70	24
25	50		1.221	+0.66	322.36	25
26	50	2.390	0.590	+0.63	322.99	26
27	50		1.897	+0.49	323.48	27
28	50		1.346	+0.55	324.03	28
29	50	2.750	0.625	+0.73	324.76	29
30	50		1.779	+0.97	325.73	30
31	50		1.292	+0.49	326.22	31
32	50	3.468	0.721	+0.57	326.79	32
33	50		2.491	+0.98	327.77	33
34	50		1.254	+1.23	329.00	34
35	50	2.259	0.751	+0.51	329.51	35
36	50		1.427	+0.83	330.34	36
B3	50		0.245	+1.18	331.52	B3

**ANNEXE 3: Résultats d'analyse des eaux des barrages de
Kanazoé et de Tougou**

RAPPORT D'ANALYSE

Identification de l'échantillon

Client: ONEA EIER

Date de prélèvement: 17/04/2003

Lieu: Barrage OK-7m Yako

N° d'échantillon: 20030356

Résultats

Paramètre	Résultat	Unité	Normes
Température	28,0	°C	
pH	7,50		
Chlore libre		mg/L	
TA	0,00	meq/L	
TAC	1,40	meq/L	
Turbidité	6,0	NTU	5,0
Conductivité	146	µS/cm	
Coliformes totaux	11	/100 mL	0
Coliformes fécaux	8	/100 mL	0
Germes à 37°C		/mL	
Demande en chlore		mg/L	-
Chlorure	4,3	mg/L	250
Fluorure		mg/L	1,5
Sulfate		mg/L	250
o-Phosphate	0,026	mg/L P	
Nitrite		mg/L N	0,9
Nitrate	0,4	mg/L N	11,4
Nitrite + nitrate		mg/L N	
Sodium (Na)	2	mg/L	200
Potassium (K)	8,8	mg/L	

Paramètre	Résultat	Unité	Normes
Fer total	0,088	mg/L	0,3
Fer (II)		mg/L	
Manganèse (Mn)		mg/L	0,5
Ammoniaque		mg/L N	1,5
Ca	14	mg/L	
Mg	7	mg/L	
Dureté total	0,6	mmol/L	
Azote Kjeldahl		mg/L N	
TP		µg/L P	
NVOC		mg/L C	
M.E.S.		mg/L	
CO2 agressif		mg/L	
Oxygène dissout	2,7	mg/L	
Cyanures:		mg/CN	
Chlorophylle A:		µg/LCHL	
Residu sec		mg/L	1000
Residu calciné		mg/L	
Couleur		Hazen	15
Carbonate	0	mg/l	
Bicarbonate	85	mg/l	

*Valeurs guides de l'eau de boisson, Directives de qualité pour l'eau de boisson, OMS 1994.

Observations

Ouagadougou le 4 juin 2003

Le chef du Laboratoire

[Signature]

[Signature]

RAPPORT D'ANALYSE

Identification de l'échantillon

Client: ONEA EIER

Date de prélèvement: 17/04/2003

Lieu: Barrage OK-5m Yako

N° d'échantillon: 20030357

Résultats

Paramètre	Résultat	Unité	Normes
Température	29,9	°C	
pH	7,90		
Chlore libre		mg/L	
TA	0,00	meq/L	
TAC	1,32	meq/L	
Turbidité	16,0	NTU	5,0
Conductivité	137	µS/cm	
Coliformes totaux	27	/100 mL	0
Coliformes fécaux	23	/100 mL	0
Germes à 37°C		/mL	
Demande en chlore		mg/L	-
Chlorure	4,88	mg/L	250
Fluorure		mg/L	1,5
Sulfate		mg/L	250
o-Phosphate	0,039	mg/L P	
Nitrite		mg/L N	0,9
Nitrate		mg/L N	11,4
Nitrite + nitrate		mg/L N	
Sodium (Na)	2	mg/L	200
Potassium (K)	8,3	mg/L	

Paramètre	Résultat	Unité	Normes
Fer total	0,096	mg/L	0,3
Fer (II)		mg/L	
Manganèse (Mn)		mg/L	0,5
Ammoniaque		mg/L N	1,5
Ca	14	mg/L	
Mg	7	mg/L	
Dureté total	0,7	mmol/L	
Azote Kjeldahl		mg/L N	
TP		µg/L P	
NVOC		mg/L C	
M.E.S.		mg/L	
CO2 agressif		mg/L	
Oxygène dissout	3,38	mg/L	
Cyanures:		mg/CN	
Chlorophylle A:		µg/LCHL	
Residu sec		mg/L	1000
Residu calciné		mg/L	
Couleur		Hazen	15
Carbonate	0	mg/l	
Bicarbonate	81	mg/l	

*Valeurs guides de l'eau de boisson, Directives de qualité pour l'eau de boisson, OMS 1994.

Observations

Ouagadougou le 4 juin 2003

Le chef du Laboratoire

Laboratoire Central ONEA

Ouagadougou

RAPPORT D'ANALYSE

Identification de l'échantillon

Client: ONEA EIER

Date de prélèvement: 17/04/2003

Lieu: Barrage OK-8m Yako

N°d'échantillon: 20030358

R é s u l t a t s

Paramètre	Résultat	Unité	Normes
Température	28,8	°C	
pH	7,60		
Chlore libre		mg/L	
TA	0,00	meq/L	
TAC	1,36	meq/L	
Turbidité	4,0	NTU	5,0
Conductivité	178	µS/cm	
Coliformes totaux	8	/100 mL	0
Coliformes fécaux	3	/100 mL	0
Germes à 37°C		/mL	
Demande en chlore		mg/L	-
Chlorure	4,46	mg/L	250
Fluorure		mg/L	1,5
Sulfate		mg/L	250
o-Phosphate	0,035	mg/L P	
Nitrite		mg/L N	0,9
Nitrate		mg/L N	11,4
Nitrite + nitrate		mg/L N	
Sodium (Na)	2	mg/L	200
Potassium (K)	8,3	mg/L	

Paramètre	Résultat	Unité	Normes
Fer total	1,309	mg/L	0,3
Fer (II)		mg/L	
Manganèse (Mn)		mg/L	0,5
Ammoniaque		mg/L N	1,5
Ca	16	mg/L	
Mg	3	mg/L	
Dureté total	0,5	mmol/L	
Azote Kjeldahl		mg/L N	
TP		µg/L P	
NVOC		mg/L C	
M.E.S.		mg/L	
CO2 agressif		mg/L	
Oxygène dissout	2,8	mg/L	
Cyanures:		mg/CN	
Chlorophylle A:		µg/LCHL	
Residu sec		mg/L	1000
Residu calciné		mg/L	
Couleur		Hazen	15
Carbonate	0	mg/l	
Bicarbonate	83	mg/l	

*Valeurs guides de l'eau de boisson, Directives de qualité pour l'eau de boisson, OMS 1994.

Observations

Ouagadougou le 4 juin 2003

Le chef du Laboratoire

Voici une copie
Koumbou

RAPPORT D'ANALYSE

Identification de l'échantillon

Client: ONEA EIER

Date de prélèvement: 17/04/2003

Lieu: Barrage OK-4m Yako

N° d'échantillon: 20030359

R é s u l t a t s

Paramètre	Résultat	Unité	Normes
Température	29,0	°C	
pH	7,59		
Chlore libre		mg/L	
TA	0,00	meq/L	
TAC	1,36	meq/L	
Turbidité	4,0	NTU	5,0
Conductivité	175	µS/cm	
Coliformes totaux	4	/100 mL	0
Coliformes fécaux	0/souillée	/100 mL	0
Germes à 37°C		/mL	
Demande en chlore		mg/L	-
Chlorure	3,55	mg/L	250
Fluorure		mg/L	1,5
Sulfate		mg/L	250
o-Phosphate	0,027	mg/L P	
Nitrite		mg/L N	0,9
Nitrate	0,1	mg/L N	11,4
Nitrite + nitrate		mg/L N	
Sodium (Na)	2	mg/L	200
Potassium (K)	8,8	mg/L	

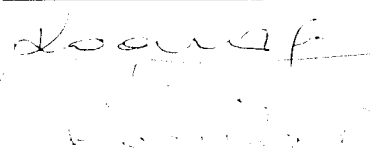
Paramètre	Résultat	Unité	Normes
Fer total	0,088	mg/L	0,3
Fer (II)		mg/L	
Manganèse (Mn)		mg/L	0,5
Ammoniaque		mg/L N	1,5
Ca	14	mg/L	
Mg	5	mg/L	
Dureté total	0,6	mmol/L	
Azote Kjeldahl		mg/L N	
TP		µg/L P	
NVOC		mg/L C	
M.E.S.		mg/L	
CO2 agressif		mg/L	
Oxygène dissout	3,04	mg/L	
Cyanures:		mg/CN	
Chlorophylle A:		µg/LCHL	
Residu sec		mg/L	1000
Residu calciné		mg/L	
Couleur		Hazen	15
Carbonate	0	mg/l	
Bicarbonate	83	mg/l	

*Valeurs guides de l'eau de boisson, Directives de qualité pour l'eau de boisson, OMS 1994.

Observations

Ouagadougou le 4 juin 2003

Le chef du Laboratoire



RAPPORT D'ANALYSE

Identification de l'échantillon

Client: ONEA EIER

Date de prélèvement: 17/04/2003

Lieu: Barrage OK-Surface

N° d'échantillon: 20030360

R é s u l t a t s

Paramètre	Résultat	Unité	Normes
Température	37,3	°C	
pH	7,80		
Chlore libre		mg/L	
TA	0,00	meq/L	
TAC	1,32	meq/L	
Turbidité	3,0	NTU	5,0
Conductivité	149	µS/cm	
Coliformes totaux	0/souillée	/100 mL	0
Coliformes fécaux	0/souillée	/100 mL	0
Germes à 37°C		/mL	
Demande en chlore		mg/L	-
Chlorure	4,38	mg/L	250
Fluorure		mg/L	1,5
Sulfate		mg/L	250
o-Phosphate	0,024	mg/L P	
Nitrite		mg/L N	0,9
Nitrate		mg/L N	11,4
Nitrite + nitrate		mg/L N	
Sodium (Na)	2	mg/L	200
Potassium (K)	8,8	mg/L	

Paramètre	Résultat	Unité	Normes
Fer total	0,137	mg/L	0,3
Fer (II)		mg/L	
Manganèse (Mn)		mg/L	0,5
Ammoniaque		mg/L N	1,5
Ca	14	mg/L	
Mg	6	mg/L	
Dureté total	0,6	mmol/L	
Azote Kjeldahl		mg/L N	
TP		µg/L P	
NVOC		mg/L C	
M.E.S.		mg/L	
CO2 agressif		mg/L	
Oxygène dissout	4,32	mg/L	
Cyanures:		mg/CN	
Chlorophylle A:		µg/LCHL	
Residu sec		mg/L	1000
Residu calciné		mg/L	
Couleur		Hazen	15
Carbonate	0	mg/l	
Bicarbonate	81	mg/l	

*Valeurs guides de l'eau de boisson, Directives de qualité pour l'eau de boisson, OMS 1994.

Observations

Ouagadougou le 4 juin 2003

Le chef du Laboratoire

RAPPORT D'ANALYSE

Identification de l'échantillon

Client: ONEA EIER

Date de prélèvement: 18/04/2003

Lieu: Barrage de Tougou-surface

N° d'échantillon: 20030363

R é s u l t a t s

Paramètre	Résultat	Unité	Normes
Température	28,0	°C	
pH	7,45		
Chlore libre		mg/L	
TA	0,00	meq/L	
TAC	0,80	meq/L	
Turbidité	1000,0	NTU	5,0
Conductivité	98	µS/cm	
Coliformes totaux	11	/100 mL	0
Coliformes fécaux	03	/100 mL	0
Germes à 37°C		/mL	
Demande en chlore		mg/L	-
Chlorure	3,072	mg/L	250
Fluorure		mg/L	1,5
Sulfate		mg/L	250
o-Phosphate	0,225	mg/L P	
Nitrite		mg/L N	0,9
Nitrate	0,4	mg/L N	11,4
Nitrite + nitrate		mg/L N	
Sodium (Na)	3	mg/L	200
Potassium (K)	9,6	mg/L	

Paramètre	Résultat	Unité	Normes
Fer total	0,891	mg/L	0,3
Fer (II)		mg/L	
Manganèse (Mn)		mg/L	0,5
Ammoniaque		mg/L N	1,5
Ca	7	mg/L	
Mg	7	mg/L	
Dureté total	0,5	mmol/L	
Azote Kjeldahl		mg/L N	
TP		µg/L P	
NVOC		mg/L C	
M.E.S.		mg/L	
CO2 agressif		mg/L	
Oxygène dissout	3,21	mg/L	
Cyanures:		mg/CN	
Chlorophylle A:		µg/LCHL	
Residu sec		mg/L	1000
Residu calciné		mg/L	
Couleur		Hazen	15
Carbonate	0	mg/l	
Bicarbonate	49	mg/l	

*Valeurs guides de l'eau de boisson, Directives de qualité pour l'eau de boisson, OMS 1994.

Observations

Ouagadougou le 4 juin 2003

Le chef du Laboratoire

Handwritten signature

RAPPORT D'ANALYSE DE PESTICIDES ORGANOCHLORES

Identification d'échantillon

Client: ONEA EIER

Date prélèvement: 17 avril 2003

Lieu : Barrage OK-8m Yako

N° échantillon : 20030358

Résultats

Paramètres	Résultat	Unité	Norme OMS*
alpha-HCH	< 0,020	µg/L	
beta-HCH	< 0,010	µg/L	
gamma-HCH (Lindane)	< 0,020	µg/L	2
Aldrine	< 0,010	µg/L	0,03
Dieldrine	< 0,004	µg/L	0,03
Endrine	< 0,020	µg/L	
Heptachlore	< 0,010	µg/L	0,03
Isobenzan	< 0,010	µg/L	
Isodrin	< 0,010	µg/L	
Méthoxychlore	< 0,010	µg/L	20
alpha-Endosulfan	< 0,020	µg/L	
beta-Endosulfan	< 0,020	µg/L	
o,p'-DDE	< 0,020	µg/L	2
p,p'-DDE	< 0,007	µg/L	2
o,p'-DDD	< 0,006	µg/L	2
p,p'-DDD	< 0,004	µg/L	2
o,p'-DDT	< 0,006	µg/L	2
p,p'-DDT	< 0,030	µg/L	2

* Valeur guides de l'eau de boisson, Directives de qualité pour l'eau de boisson, OMS 1994.

Ouagadougou le 4 juin 2003

Le chef du Laboratoire

[Signature]

Laboratoire Central ONEA

Ouagadougou

**RAPPORT D'ANALYSE DE PESTICIDES
ORGANOCHLORES**

Identification d'échantillon

Client: ONEA EIER

Date prélèvement: 17 avril 2003

Lieu : Barrage OK-Surface

N° échantillon : 20030360


Résultats

Paramètres	Résultat	Unité	Norme OMS*
alpha-HCH	< 0,020	µg/L	
beta-HCH	< 0,010	µg/L	
gamma-HCH (Lindane)	< 0,020	µg/L	2
Aldrine	< 0,010	µg/L	0,03
Dieldrine	< 0,004	µg/L	0,03
Endrine	< 0,020	µg/L	
Heptachlore	< 0,010	µg/L	0,03
Isobenzan	< 0,010	µg/L	
Isodrin	< 0,010	µg/L	
Méthoxychlore	< 0,010	µg/L	20
alpha-Endosulfan	< 0,020	µg/L	
beta-Endosulfan	< 0,020	µg/L	
o,p'-DDE	< 0,020	µg/L	2
p,p'-DDE	< 0,007	µg/L	2
o,p'-DDD	< 0,006	µg/L	2
p,p'-DDD	< 0,004	µg/L	2
o,p'-DDT	< 0,006	µg/L	2
p,p'-DDT	< 0,030	µg/L	2

* Valeur guides de l'eau de boisson, Directives de qualité pour l'eau de boisson, OMS 1994.

Ouagadougou le 4 juin 2003

Le chef du Laboratoire



**ANNEXE 4: Analyse financière des systèmes d'AEP
proposés**

DETERMINATION DU COÛT DU M3 D'EAU A PARTIR DU BARRAGE DE KANAZOE

Année	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006	2 007	2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019	2 020
Vente moyenne par an (m3)	1138636	1206379	1277675	1329326	1394654	1452242	1555122	1620480	1702008	1795212	1875969	1985584	2072012	2201481	2307611	2430939	2553934	2727102	2865381
Prix de vente (FCFA/m3)	395	395	395	395	395	395	395	400	400	400	400	402	402	402	405	405	410	415	420
Produit (FCFA)	449 761 220	476 519 705	504 642 125	525 083 770	550 888 330	573 635 590	614 273 190	648 192 000	680 803 200	718 084 800	750 387 600	798 204 768	832 948 824	884 995 362	934 582 455	984 530 295	1 047 112 940	1 131 747 330	1 203 460 020
Produits chimiques (FCFA)	25 960 901	27 505 441	29 128 710	30 308 633	31 798 111	33 111 118	35 456 782	36 946 944	38 805 782	40 930 834	42 772 093	45 271 315	47 241 874	50 193 767	52 613 531	55 425 409	58 229 695	62 177 926	65 330 687
Produits chimiques (FCFA/m3)	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Hypochlorite de calcium (FCFA/m3)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Sulfate d'alumine (FCFA/m3)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Chaux (FCFA/m3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Electricité de production (FCFA)	42 129 532	44 636 023	47 270 275	49 185 062	51 602 198	55 185 196	59 094 636	61 578 240	68 080 320	71 808 480	75 038 760	79 423 360	87 024 504	92 462 202	96 919 662	104 530 377	109 819 162	117 265 386	126 076 764
Electricité de production (FCFA/m3)	37	37	37	37	37	38	38	38	40	40	40	40	42	42	42	43	43	43	44
Gas oil de production (total en FCFA)	6 831 816	7 238 274	7 665 450	7 975 956	6 973 270	7 261 210	7 775 610	8 100 400	6 808 032	7 180 848	7 503 876	7 942 336	8 288 048	6 604 443	6 922 833	7 292 817	5 107 868	5 454 204	5 730 762
Gas oil de production (FCFA/m3)	6	6	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2
Frais d'entretien et réparations (FCFA)	3 145 000	3 302 250	3 467 363	3 640 731	3 822 767	4 013 906	4 214 601	4 425 511	4 646 597	4 878 927	5 122 874	5 379 017	5 647 968	5 930 367	6 226 885	6 538 229	6 865 141	7 208 398	7 568 817
Frais d'entretien et réparations (FCFA/m3)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Frais d'entretien et rép. ventilés (FCFA)	918 000	954 720	992 909	1 032 625	1 073 930	1 116 887	1 161 563	1 208 025	1 256 346	1 306 600	1 358 864	1 413 219	1 469 748	1 528 537	1 589 679	1 653 266	1 719 397	1 788 173	1 859 700
Frais d'entretien et rép ventilés (FCFA/m3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Charges variables (FCFA)	78 985 249	83 636 708	88 524 706	92 143 007	95 270 277	100 688 316	107 703 191	112 260 940	119 597 078	126 105 689	131 796 467	139 429 247	149 672 141	156 719 316	164 272 590	175 440 098	181 741 263	193 894 086	206 566 730
Charges variables (FCFA/m3)	69	69	69	69	68	69	69	69	70	70	70	70	72	71	71	72	71	71	72
Charges salariales centre (FCFA)	32 000 000	33 600 000	35 280 000	37 044 000	38 896 200	40 841 010	42 883 061	45 027 214	47 278 574	49 642 503	52 124 628	54 730 859	57 467 402	60 340 773	63 357 811	66 525 702	69 851 987	73 344 586	77 011 815
Charges salariales centre (FCFA/m3)	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27	27	27	27	27
Charges salariales D G (FCFA)	28 465 900	30 159 475	31 939 375	33 233 150	33 471 696	34 853 808	37 322 928	39 640 560	37 444 176	39 494 664	39 395 349	41 697 264	41 440 240	44 029 620	46 152 220	48 618 780	48 524 746	51 814 938	54 442 239
Charges salariales D G (FCFA/m3)	25	25	25	25	24	24	24	22	22	22	21	21	20	20	20	20	19	19	19
Charges salariales (FCFA)	60 465 900	63 759 475	67 219 375	70 277 150	72 367 896	75 694 818	80 205 989	80 677 774	84 722 750	89 137 167	91 519 977	96 428 123	98 907 642	104 370 393	109 510 031	115 144 482	118 376 733	125 159 524	131 454 054
Charges salariales (FCFA/m3)	53	53	53	53	52	52	52	50	50	50	49	49	48	47	47	47	46	46	46
Charge de fonctionn. DG (FCFA)	97 922 696	110 986 868	107 316 300	106 346 080	104 599 050	108 918 150	116 634 150	121 536 000	124 246 584	129 255 264	135 069 768	140 976 464	147 112 852	154 103 670	159 225 159	167 734 791	173 667 512	185 442 936	194 845 908
Charge de fonctionn (FCFA/m3)	86	92	84	80	75	75	75	75	73	72	72	71	71	70	69	69	68	68	68
Charges de fonctionnement totales (FCFA)	97 922 696	110 986 868	107 316 300	106 346 080	104 599 050	108 918 150	116 634 150	121 536 000	124 246 584	129 255 264	135 069 768	140 976 464	147 112 852	154 103 670	159 225 159	167 734 791	173 667 512	185 442 936	194 845 908
Charges de fonctionnement (FCFA/m3)	86	92	84	80	75	75	75	75	73	72	72	71	71	70	69	69	68	68	68
Amortissements totaux	215 202 204	228 005 631	240 184 100	247 254 636	251 037 720	255 594 592	264 370 740	443 266 667	443 266 667	443 266 667	443 266 667	443 266 667	443 266 667	443 266 667	443 266 667	443 266 667	443 266 667	443 266 667	443 266 667
Amortissement/m3	189	189	188	186	180	176	170	274	260	247	236	223	214	201	192	182	174	163	155
Total charges	452 576 049	486 388 682	503 244 481	516 020 873	523 274 943	540 895 876	568 914 070	757 741 381	771 833 079	787 764 787	801 652 879	820 100 502	838 959 303	858 460 045	876 274 447	901 586 038	917 052 174	947 763 213	976 133 359
Coût au m3	397	403	394	388	375	372	366	468	453	439	427	413	405	390	380	371	359	348	341
Bénéfice ou perte (FCFA/m3)	-2	-8	1	7	20	23	29	-68	-53	-39	-27	-11	-3	12	25	34	51	67	79

DETERMINATION DU COÛT DU M3 D'EAU A PARTIR DU BARRAGE DE GUITTI

Année	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006	2 007	2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019	2 020
Vente moyenne par an (m3)	1138636	1206379	1277575	1329326	1394654	1452242	1555122	1620480	1702008	1795212	1875969	1985584	2072012	2201481	2307611	2430939	2553934	2727102	2865381
Prix de vente (FCFA/m3)	395	395	395	395	395	395	395	400	400	400	400	402	402	402	405	405	410	415	420
Produit (FCFA)	449 761 220	476 519 705	504 642 125	525 083 770	550 868 330	573 635 590	614 273 190	648 192 000	680 803 200	718 084 800	750 387 600	798 204 768	832 948 824	884 995 362	934 582 455	984 530 295	1 047 112 940	1 131 747 330	1 203 460 020
Produits chimiques (FCFA)	25 960 901	27 505 441	29 128 710	30 308 633	31 796 111	33 111 118	35 456 782	36 946 944	38 865 782	40 930 834	42 772 093	45 271 315	47 241 874	50 193 767	52 613 531	55 425 409	58 229 695	62 177 926	65 330 687
Produits chimiques (FCFA/m3)	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Hypochlorite de calcium (FCFA/m3)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Sulfate d'alumine (FCFA/m3)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Chaux (FCFA/m3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Electricité de production (FCFA)	42 129 532	44 636 023	47 270 275	49 185 062	51 602 198	55 185 196	59 084 636	61 578 240	68 080 320	71 808 480	75 038 760	79 423 360	87 024 504	92 462 202	96 919 662	104 530 377	109 819 162	117 265 386	126 076 764
Electricité de production (FCFA/m3)	37	37	37	37	37	38	38	38	40	40	40	40	42	42	42	43	43	43	44
Gas oil de production (total en FCFA)	6 831 816	7 238 274	7 665 450	7 975 956	8 973 270	7 261 210	7 770 610	8 102 400	6 808 032	7 180 848	7 503 876	7 942 336	8 288 048	6 604 443	6 922 833	7 292 817	5 107 868	5 454 204	5 730 762
Gas oil de production (FCFA/m3)	6	6	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2
Frais d'entretien et réparations (FCFA)	3 145 000	3 302 250	3 467 363	3 640 731	3 822 767	4 013 906	4 214 601	4 420 341	4 546 597	4 878 927	5 122 874	5 379 017	5 647 968	5 930 367	6 226 865	6 538 229	6 865 141	7 208 398	7 568 817
Frais d'entretien et réparations (FCFA/m3)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Frais d'entretien et rép. ventilés (FCFA)	918 000	954 720	992 909	1 032 625	1 073 930	1 116 887	1 161 563	1 208 025	1 256 346	1 306 800	1 358 864	1 413 218	1 469 748	1 528 537	1 589 679	1 653 266	1 719 397	1 788 173	1 859 700
Frais d'entretien et rép ventilés (FCFA/m3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Charges variables (FCFA)	78 985 249	83 636 708	88 524 706	92 143 007	95 270 277	100 688 316	107 703 191	112 960 940	119 597 078	126 105 689	131 796 467	139 429 247	149 672 141	156 719 316	164 272 560	175 440 098	181 741 263	193 894 086	206 566 730
Charges variables (FCFA/m3)	69	69	69	69	68	69	69	69	70	70	70	70	72	71	71	72	71	71	72
Charges salariales centre (FCFA)	32 000 000	33 800 000	35 280 000	37 044 000	38 896 200	40 841 010	42 883 061	45 027 214	47 278 574	49 642 503	52 124 628	54 730 859	57 467 402	60 340 773	63 357 811	66 525 702	69 851 987	73 344 586	77 011 815
Charges salariales centre (FCFA/m3)	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27	27	27	27	27
Charges salariales D.G (FCFA)	28 465 900	30 159 475	31 939 375	33 233 150	33 471 696	34 853 808	37 322 928	35 650 590	37 444 176	39 494 664	39 395 349	41 697 264	41 440 240	44 029 620	46 152 270	48 618 780	48 524 746	51 814 938	54 442 239
Charges salariales D.G (FCFA/m3)	25	25	25	25	24	24	24	22	22	22	21	21	20	20	20	20	19	19	19
Charges salariales (FCFA)	60 465 900	63 759 475	67 219 375	70 277 150	72 367 896	75 694 818	80 205 989	80 677 774	84 722 750	89 137 167	91 519 977	96 428 123	98 907 642	104 370 393	109 510 031	115 144 482	118 376 733	125 159 524	131 454 054
Charges salariales (FCFA/m3)	53	53	53	53	52	52	52	50	50	50	49	49	48	47	47	47	46	46	46
Charge de fonctionn. DG (FCFA)	97 922 696	110 966 868	107 316 300	106 346 080	104 599 050	108 918 150	116 634 150	121 536 000	124 246 584	129 255 264	135 069 768	140 976 464	147 112 852	154 103 670	159 225 159	167 734 791	173 667 512	185 442 936	194 845 908
Charge de fonctionn (FCFA/m3)	86	92	84	80	75	75	75	75	73	72	72	71	71	70	69	69	68	68	68
Charges de fonctionnement totales (FCFA)	97 922 696	110 966 868	107 316 300	106 346 080	104 599 050	108 918 150	116 634 150	121 536 000	124 246 584	129 255 264	135 069 768	140 976 464	147 112 852	154 103 670	159 225 159	167 734 791	173 667 512	185 442 936	194 845 908
Charges de fonctionnement (FCFA/m3)	86	92	84	80	75	75	75	75	73	72	72	71	71	70	69	69	68	68	68
Amortissements totaux	215 202 204	228 005 631	240 184 100	247 254 636	251 037 720	255 594 592	264 370 740	415 798 084	415 798 084	415 798 084	415 798 084	415 798 084	415 798 084	415 798 084	415 798 084	415 798 084	415 798 084	415 798 084	415 798 084
Amortissement/m3	189	189	188	186	180	176	170	257	244	232	222	209	201	189	180	171	163	152	145
Total charges	452 576 049	486 388 682	503 244 481	516 020 873	523 274 943	540 895 876	568 914 070	730 272 798	744 854 496	760 296 204	774 184 296	792 631 919	811 490 720	830 991 462	848 805 864	874 117 455	889 583 591	920 294 630	948 664 776
Coût au m3	397	403	394	388	375	372	366	451	437	424	413	399	392	377	368	360	348	337	331
Bénéfice ou perte (FCFA/m3)	-2	-8	1	7	20	23	29	-51	37	-24	-13	3	10	25	37	45	62	78	89

DETERMINATION DU COÛT DU M3 D'EAU A PARTIR DES 2 BARRAGES

Année	2 002	2 003	2 004	2 005	2 006	2 007	2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019	2 020
Vente moyenne par an (m3)	1138636	1206379	1277575	1329326	1394654	1452242	1555122	1620480	1702008	1795212	1875969	1985584	2072012	2201481	2307611	2430939	2553934	2727102	2865381
Prix de vente (FCFA/m3)	395	395	395	395	395	395	395	400	400	400	400	402	402	402	405	405	410	415	420
Produit (FCFA)	449 761 220	476 519 705	504 642 125	525 083 770	550 888 330	573 635 590	614 273 190	648 192 000	680 803 200	718 084 800	750 387 600	798 204 768	832 948 824	884 995 362	934 582 455	984 530 295	1 047 112 940	1 131 747 330	1 203 460 020
Produits chimiques (FCFA)	25 960 901	27 505 441	29 128 710	30 308 633	31 798 111	33 111 118	35 456 782	36 946 944	38 805 782	40 830 834	42 772 093	45 271 315	47 241 874	50 193 767	52 613 531	55 425 409	58 229 695	62 177 926	65 330 687
Produits chimiques (FCFA/m3)	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Hypochlorite de calcium (FCFA/m3)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Sulfate d'alumine (FCFA/m3)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Chaux (FCFA/m3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Electricité de production (FCFA)	42 129 532	44 636 023	47 270 275	49 185 062	51 602 198	55 185 196	59 094 636	61 578 240	68 080 320	71 808 480	75 038 760	79 423 360	87 024 504	92 462 202	96 919 662	104 530 377	109 819 162	117 265 386	126 076 764
Electricité de production (FCFA/m3)	37	37	37	37	37	38	38	38	40	40	40	40	42	42	42	43	43	43	44
Gas oil de production (total en FCFA)	6 831 816	7 238 274	7 665 450	7 975 956	6 973 270	7 261 210	7 775 610	8 102 400	8 808 032	7 180 848	7 503 876	7 942 336	8 288 048	6 604 443	6 922 833	7 292 817	5 107 868	5 454 204	5 730 762
Gas oil de production (FCFA/m3)	6	6	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	2	2	2	2
Frais d'entretien et réparations (FCFA)	3 145 000	3 302 250	3 467 363	3 640 731	3 822 767	4 013 906	4 214 801	4 425 331	4 646 597	4 878 927	5 122 874	5 379 017	5 647 968	5 930 367	6 226 885	6 538 229	6 865 141	7 208 398	7 568 817
Frais d'entretien et réparations (FCFA/m3)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Frais d'entretien et rép. ventilés (FCFA)	918 000	954 720	992 909	1 032 625	1 073 930	1 116 887	1 161 563	1 208 025	1 256 346	1 306 600	1 358 864	1 413 219	1 469 748	1 528 537	1 589 679	1 653 266	1 719 397	1 788 173	1 859 700
Frais d'entretien et rép ventilés (FCFA/m3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Charges variables(FCFA)	78 985 249	83 636 708	88 524 706	92 143 007	95 270 277	100 688 316	107 703 191	112 260 940	119 597 078	126 105 689	131 796 467	139 429 247	149 672 141	156 719 316	164 272 590	175 440 098	181 741 263	193 894 086	206 566 730
Charges variables(FCFA/m3)	69	69	69	69	68	69	69	69	70	70	70	70	72	71	71	72	71	71	72
Charges salariale centre (FCFA)	32 000 000	33 600 000	35 280 000	37 044 000	38 896 200	40 841 010	42 883 061	45 027 214	47 278 574	49 642 503	52 124 628	54 730 859	57 467 402	60 340 773	63 357 811	66 525 702	69 851 987	73 344 586	77 011 815
Charges salariale centre (FCFA/m3)	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27	27	27	27	27	27
Charges salariales DG (FCFA)	28 465 900	30 159 475	31 939 375	33 233 150	33 471 696	34 853 808	37 322 928	35 650 560	37 444 176	39 494 664	39 395 349	41 697 264	41 440 240	44 029 620	46 152 220	48 618 780	48 524 746	51 814 938	54 442 239
Charges salariales DG (FCFA/m3)	25	25	25	25	24	24	24	22	22	22	21	21	20	20	20	20	19	19	19
Charges salariales(FCFA)	60 465 900	63 759 475	67 219 375	70 277 150	72 367 896	75 694 818	80 205 989	80 677 774	84 722 750	89 137 167	91 519 977	96 428 123	98 907 642	104 370 393	109 510 031	115 144 482	118 376 733	125 159 524	131 454 054
Charges salariales(FCFA/m3)	53	53	53	53	52	52	52	50	50	50	49	49	48	47	47	47	46	46	46
Charge de fonctionn. DG (FCFA)	97 922 696	110 986 868	107 316 300	106 346 080	104 599 050	108 918 150	116 634 150	121 536 000	124 246 584	129 255 264	135 069 768	140 976 464	147 112 852	154 103 670	159 225 159	167 734 791	173 667 512	185 442 936	194 845 908
Charge de fonctionn (FCFA/m3)	86	92	84	80	75	75	75	75	73	72	72	71	71	70	69	69	68	68	68
Charges de fonctionnement totales (FCFA)	97 922 696	110 986 868	107 316 300	106 346 080	104 599 050	108 918 150	116 634 150	121 536 000	124 246 584	129 255 264	135 069 768	140 976 464	147 112 852	154 103 670	159 225 159	167 734 791	173 667 512	185 442 936	194 845 908
Charges de fonctionnement (FCFA/m3)	86	92	84	80	75	75	75	75	73	72	72	71	71	70	69	69	68	68	68
Amortissements totaux	215 202 204	228 005 631	240 184 100	247 254 636	251 037 720	255 594 592	264 370 740	412 011 213	412 011 213	412 011 213	412 011 213	412 011 213	412 011 213	412 011 213	412 011 213	412 011 213	412 011 213	412 011 213	412 011 213
Amortissement/m3	189	189	188	186	180	176	170	254	242	230	220	208	199	187	179	169	161	151	144
Total charges	452 576 049	486 388 682	503 244 481	516 020 873	523 274 943	540 895 876	568 914 070	726 485 927	770 577 625	758 509 333	770 397 425	788 845 048	807 703 849	827 204 591	845 018 993	870 330 584	885 796 720	916 507 759	944 877 905
Coût au m3	397	403	394	388	375	372	366	448	435	421	411	397	390	376	366	358	347	336	330
Bénéfice ou perte (FCFA/m3)	-2	-8	1	7	20	23	29	-48	-35	-21	-11	5	12	26	39	47	63	79	90

ANNEXE 5: Termes de référence de l'étude

THEME DE MEMOIRE : Alimentation en eau potable de la région Nord du Burkina Faso (Ouahigouya, Gourcy, Yako) à partir d'eau de surface

1. Justification

L'Office national de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) Société d'Etat, est chargé de la création d'infrastructures des systèmes d'adduction d'eau potable et d'évacuation des eaux usées ainsi que leur exploitation en milieu urbain et semi-urbain. Cette mission lui confère la responsabilité entière aussi bien du patrimoine que de l'exploitation. Dans le cadre de cette responsabilité, il se doit d'assurer le développement de ce patrimoine pour faire face à la demande des usagés.

Le présent rapport s'inscrit dans le cadre de la recherche d'une solution durable pour l'alimentation de la zone nord du Burkina Faso. Compte tenu de l'instabilité et la faiblesse des ressources en eaux souterraines la réalisation de ces infrastructures contribuera à l'amélioration de la gestion du patrimoine de l'ONEA dans l'espoir qu'il en découle une amélioration des services.

2 Travail demandé

Les plans de développement élaborés par l'ONEA font ressortir les besoins en eau des trois centres ainsi que leur capacité de production actuelle. Il ressort des déficits d'approvisionnement dans le moyen et le court terme.

Le travail consistera à trouver une alternative d'approvisionnement à partir des eaux de surface. Il s'agira de :

- Identifier les sites possibles de mobilisation des ressources en eau de surface ou des ressources en eau de surface déjà mobilisées,
- Evaluer la ressource mobilisable lorsque celle-ci n'est pas connue (cas de nouveau site) sur chaque site. Il s'agit là de procéder par approche hydrologique.

- Comparer les ressources mobilisables aux besoins des trois centres. Le meilleur site sera celui qui permettra de couvrir les besoins en eau des trois villes à long terme,
- Faire des propositions techniques d'AEP des trois centres à partir du site retenu. Ces propositions seront axées sur l'adduction et le traitement,
- Faire une évaluation économique.

3 Résultats attendus

A l'issue de l'étude on devra :

- Connaître les sites d'où l'alimentation en eau des trois est possible
- Disposer des ressources en eau mobilisables sur chaque site identifié
- Faire une étude complète d'adduction à partir du site retenu,
- Estimer les coûts des propositions,
- Fournir un rapport écrit.

Documentation disponible

- Etudes socio économiques de chaque centre
- Etudes hydrogéologiques de chaque centre
- Plan de développement de chaque centre
- Plan de réseau de chaque centre