



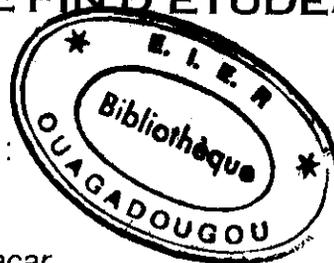
ÉCOLE INTER-ÉTATS D'INGÉNIEURS DE

L'ÉQUIPEMENT RURAL

03 B.P. 7923 OUAAGADOUGOU 03
BURKINA FASO

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 2002

Présenté par :



ABDOU Aboubacar

Analyse des performances et diagnostic
du potentiel de réutilisation des sous
produits de l'épuration dans la
ville de NIAMEY

MENTION :

BIEN

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

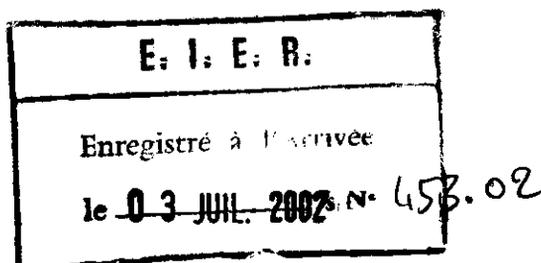
Encadrement
J. WETHE
A. DEMBELE



DEDICACE

Je dédie ce travail à :

- ❖ *Mes parents qui m'ont élevé et m'ont montré la voie du travail à suivre pour gagner ma vie*
- ❖ *Tous mes frères et sœurs*
- ❖ *Tous mes amis du lycée et collège d'enseignement général de Maradi*
- ❖ *Tous mes amis de la 31^{ème} promotion de*



REMERCIEMENT

Au terme de ce travail, je tiens à remercier très sincèrement tous ceux qui ont apporté leur contribution tout au long de sa réalisation. Je pense particulièrement à :

- ❖ Mes Encadreurs messieurs J. WETHE et A. DEMBELE*
- ❖ Messieurs Tahar IDDER et Mahamane sani LAOUALI du projet pilote de l'Université Abdou Moumouni de Niamey*
- ❖ Tous mes enseignants de l'Ecole Inter-Etas d'Ingénieurs de l'Equipement Rural de Ouagadougou.*

AUTEUR: ABDOU Aboubacar

Professeurs responsables :

WETHE Joseph et DEMBELE Abdourahamane

Organisme encadreur:

Université de Niamey

THEME

Analyse des performances et diagnostic du potentiel de réutilisation des sous produits de l'épuration dans la ville de Niamey

Résumé

Le présent travail est consacré sur l'analyse des performances et diagnostic du potentiel de réutilisation des sous produits de l'épuration dans la ville de Niamey.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la compatibilité des usages faits des effluents traités avec leur qualité, d'estimer le volume des eaux usées mobilisables au niveau de la ville de Niamey et identifier les macrophytes utilisables et leur valeur marchande actuelle et potentielle.

Nous avons d'abord aborder les généralités sur la ville de Niamey telles que les données climatiques, pédologiques, urbanistiques et la gestion des eaux usées sur le plan institutionnel, législatif et technique.

La suite du travail a été consacrée sur l'étude du projet pilote de l'Université Abdou Moumouni de Niamey. Une enquête a été menée dans le cadre de réutilisation des eaux polluées dans l'agriculture urbaine.

La ville de Niamey utilise très couramment des eaux usées pour l'irrigation des légumes, y compris ceux susceptibles d'être consommés à l'état cru. Le potentiel de risques sanitaires lié à l'utilisation des eaux usées en agriculture urbaine est très élevé.

L'étude de la station d'épuration de l'Université de Niamey montre que cette station est à caractère pilote dont le principe est de produire un effluent de qualité satisfaisante pour la réutilisation dans l'agriculture et la pisciculture et pouvant être rejeté dans un système récepteur sans risques pour la santé publique. La station génère conjointement de la biomasse végétale en qualité exploitable.

Le dernier chapitre a mis l'accent sur les recommandations de l'étude tant sur la réutilisation des effluents et des sous produits de l'épuration, mais aussi sur l'exploitation et le suivi des installations du lagunage.

Mots clés : Niamey ; épuration ; eaux usées ; système récepteur ; lagunage ; macrophytes ; Biomasse ; compost ; effluents ; agriculture urbaine ; risques sanitaires

Sommaire

Résumé	3
Sommaire	4
Listes des tableaux	6
Listes des figures	8
Liste des Annexes	9
Liste de sigles	10
Liste des photos	11
PARTIE 0: Méthodologie de l'étude.....	12
Introduction générale	13
1 problématique de l'étude	13
2 Objectifs de l'étude	15
3 Méthodologie de l'étude	15
3-1 Etapes méthodologiques de l'étude	15
PARTIE 1: Contexte de l'étude.....	21
1 Caractéristiques du milieu physique.....	22
1-1 Données climatologiques	22
1-2 Données pédologiques et hydrologiques	22
2 Les aspects urbanistiques	23
2-1 Le cadre administratif.....	23
2-2 Les données démographiques.....	24
2-3 La typologie urbaine	25
2-4 Les activités socio-économiques.....	27
2-5 La situation de l'approvisionnement en eau potable	29
2-6 La situation des déchets solides municipaux dans la ville de Niamey	30
PARTIE 2: La gestion des eaux usées dans la ville de Niamey	37
1 Historique de la gestion des eaux usées dans la Communauté Urbaine de Niamey..	38
2 Les différents intervenants dans la gestion des eaux usées à Niamey.....	39
3 Aspects législatifs en matière d'assainissement des eaux usées	39
3-1 Textes régissant la gestion des eaux usées au Niger.....	39
3-2 Textes sur la réutilisation des eaux usées et des boues résiduaires au Niger...	40

3-3	Textes sur la pisciculture avec les eaux usées	44
3-4	La gestion des eaux usées sur le plan technique	44
PARTIE 3: Généralités sur les différents systèmes d'épuration		57
1	Les procédés adaptés à l'épuration collective.....	58
1-1	Boues activées	58
1-2	Lits bactériens	59
1-3	Le lagunage	60
1-4	Comparaison des différents procédés d'épuration collective	64
2	Les procédés adaptés à l'épuration individuelle.....	69
2-1	Composition d'un système de traitement individuel	69
2-2	La fosse septique	70
3	Conclusion.....	70
PARTIE 4: Valorisation des sous produits de l'épuration dans la ville de Niamey		71
1	Présentation du projet pilote de Niamey.....	72
1-1	Objectifs poursuivis par le projet :	72
1-2	Les intervenants du projet.....	72
1-3	Bénéficiaires :.....	72
1-4	Résultats attendus :.....	73
1-5	Principales activités du projet.....	73
2	Résultats de l'étude	74
2-1	La réutilisation des eaux usées dans l'agriculture urbaine.....	74
2-2	Analyse des filières d'épuration des eaux usées de l'Université Abdou Moumouni de Niamey	96
3	Recommandations de l'étude	107
3-1	Recommandations sur la réutilisation des eaux usées épurées	107
3-2	Recommandations sur l'exploitation et le suivi des installations du lagunage ...	108
3-3	Recommandations sur la valorisation des sous produits de l'épuration.....	109
Conclusion		110
Bibliographie		111

Listes des tableaux

Tableau 1 Situation des communes de la CUN	24
Tableau 2 : Répartition des ménages par zone	26
Tableau 3 : Répartition des ménages selon le type d'habitat occupé par la commune (%)	26
Tableau 4 : Répartition des logements selon les matériaux de construction à Niamey	27
Tableau 5 : Type d'approvisionnement en eau selon le type d'habitat (%).....	30
Tableau 6: Synthèse des données sur la production des déchets solides à Niamey	32
Tableau 7: liste de matériels de collecte et de transport des déchets solides à Niamey	32
Tableau 8 : données sur la production des déchets solides à Ouagadougou.....	33
Tableau 9: Evolution de la quantité et de la composition des déchets.....	34
Tableau 10: Evolution du matériel du projet de gestion des déchets solides.....	35
Tableau 11: valeurs limites des éléments traces	42
Tableau 12 : Qualité microbiologique pour l'utilisation des eaux usées en agriculture.	43
Tableau 13: Normes sur la pisciculture avec les eaux usées	44
Tableau 14: Technologie existante sur les ouvrages individuels sur une quinzaine quartiers de Niamey	47
Tableau 15:: Quantification des eaux usées dans la ville de Niamey	50
Tableau 16: l'analyse du choix technique et du degré d'épuration nécessaire en fonction du milieu récepteur et des conditions de rejet.....	65
Tableau 17: les principaux éléments du choix d'un procédé d'épuration pour les collectivités.	67
Tableau 18: Les éléments de comparaison entre les procédés classiques d'épuration et le lagunage	68
Tableau 19: Identification des maraîchers	78
Tableau 20: Qualification et activités exercées des maraîchers	79
Tableau 21: Caractéristiques de l'habitat des maraîchers	80
Tableau 22: Caractéristiques des parcelles agricoles.....	82
Tableau 23: Les différentes cultures pratiquées par les maraîchers.....	83
Tableau 24: Arrosage des plantes	85
Tableau 25: les principaux fertilisants et pesticides utilisés par les maraîchers	87
Tableau 26: Revenu moyen d'un maraîcher pendant une campagne	89

Tableau 27: Résultats des analyses sur les eaux usées utilisées par les maraîchers.....	91
Tableau 28: Le temps de survie des différents pathogènes dans les sols à 20°C.....	93
Tableau 29: Les principaux maladies observées chez les maraîchers	93
Tableau 30: Les principaux facteurs de transmission de maladies pour les pathogènes associés à l'utilisation des eaux usées	94
Tableau 31: Le temps de survie des différents pathogènes sur les cultures à 20° C	95
Tableau 32: Résultats des analyses sur les différentes filières de la station pilote(paramètres physico-chimiques et microbiologiques)	100
Tableau 33 : Résultats des analyses sur les différentes filières de la station pilote(pH, T, O ₂ , EC _w)	101
Tableau 34: Résultats des analyses sur les différentes filières de la station pilote (évaporation et besoins en eau des plantes)	103

Listes des figures

Figure 1:SCHEMA EN LIGNE STATION PILOTE USABE DE NIAMEY	51
Figure 2:PERFORMANCES DE LA STATION PILOTE UASB DE NIAMEY	52
Figure 3:PERFORMANCES DE LA STATION PILOTE JOYKASO DE NIAMEY	53
Figure 4;Schéma d'un procédé à lits bactériens	59

Liste des Annexes

Annexe I : Fiches d'enquêtes.....

Annexe II : Photo de test des fiches d'enquête.....

Annexe III : Diagrammes des résultats des enquêtes.....

Liste de sigles

CUN : Communauté Urbaine de Niamey

UAM : Université Abdou Moumouni

UASB : Alimentation par le dessus à travers un lit de boue anaérobie

SEEN : Société d'Exploitation des Eaux du Niger

JICA : Agence Japonaise de Coopération Internationale

BOAD : Banque Ouest Africain de Développement

NIGETIP : Niger des Travaux d'Intérêts Publics

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

NTK : Azote total Kjeldhal

NPK : Azote Phosphore Potassium

PH : Potentiel d'Hydrogène

SAR : Sodium Adsorption Ratio

MES : Matières En Suspension

DCO : Demande Chimique en Oxygène

CF : Coliformes Fécaux

SF : Streptocoques Fécaux

Nt : Azote total

Pt : Phosphore total

Liste des photos

Photo 1 : Site de maraîchage.....	68
Photo 2 :Canal d'eaux usées de Gountayana.....	68
Photo 3 : Un exemple de culture pratiquée sur le site.....	75
Photo 4 : La station pilote de l'Université de Niamey.....	87
Photo 5 : Bassin de pisciculture S.....	88
Plan 1 : Localisation du canal Gountayana.....	68

PARTIE 0: Méthodologie de l'étude

Introduction générale

1 problématique de l'étude

Les centres urbains des pays sahéliens connaissent de graves difficultés pour l'évacuation et le traitement des eaux usées et ceci pour plusieurs raisons :

- ❖ la forte croissance démographique des populations des villes ;
- ❖ les villes du Sahel ne disposent pas d'aucun service formel d'évacuation et de traitement des eaux usées ;
- ❖ ces villes ne disposent pas assez de réseau de drainage des eaux pluviales et de service de collecte des déchets solides.

Ce manque d'assainissement constitue un grave danger pour les populations de ces pays. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que 80 % des maladies graves dans ces pays sont dues à l'insuffisance de la qualité des eaux mises à disposition des populations et au manque d'assainissement ; 37% des diarrhées infantiles morbides pourraient être évitées si l'assainissement et le traitement des eaux existaient.

Le Niger n'échappe à ce phénomène. Ce pays connaît depuis les années 70 une succession de périodes de sécheresse qui se sont accompagnés par un important mouvement des populations rurales vers les centres urbains. Ces derniers connaissent de graves difficultés d'une part pour l'alimentation en eau et d'autre part pour l'évacuation et le traitement des eaux usées.

Ce problème est plus accentué au niveau de la capitale. En effet, Niamey ne dispose pas d'un système adéquat comprenant soit un réseau d'égouts et une station de traitement des eaux usées soit un système de traitement autonome. Seules certaines institutions parapubliques et privées possèdent des installations pour traiter leurs eaux usées. Cependant, beaucoup de ces installations ne sont pas opérationnelles ou mal exploitées. Ces installations, de part leurs coûts d'investissement et d'exploitation ne sont plus adoptés au contexte socio-économique du pays.

L'épuration des eaux usées par des techniques simples et peu coûteuses doit devenir une des préoccupations essentielles des acteurs d'assainissement du pays.

Ainsi un système de traitement des eaux usées comme le lagunage, peut lorsqu'il est bien conçu et bien exploité produire un effluent de qualité satisfaisante pour la réutilisation dans l'agriculture et dont le rejet dans un système récepteur minimisera les risques pour la santé humaine. Le système peut conjointement produire de la biomasse végétale en qualité et en quantité commercialement exploitable. Malheureusement les potentialités d'application du système demeurent très partiellement connues dans plusieurs villes africaines notamment à Niamey.

C'est pourquoi un thème de mémoire de fin d'études sur « analyse des performances et diagnostic du potentiel de réutilisation des sous produits de l'épuration dans la ville de Niamey » a été formulé par la direction de recherche de l'EIER. Ce travail contribue à l'amélioration des connaissances et pratiques en matière d'épuration des eaux usées sous climat tropical et la réutilisation des sous produits de l'épuration. Il fait d'un vaste programme de valorisation des sous produits de l'épuration dans les pays en voie de développement financé par la coopération française.

L'étude est axée d'une part sur les performances épuratoires de la station de l'Université de Niamey et d'autre part sur l'analyse du potentiel et des pratiques de réutilisation des sous produits de l'épuration dans la ville de Niamey.

Ces différents travaux de recherche effectués dans le cadre ce mémoire sont présentés en quatre parties suivantes :

- ❖ la première partie est consacrée à la méthodologie de l'étude ;
- ❖ la deuxième partie concerne le cadre de l'étude ;
- ❖ la troisième partie est axée sur la problématique de la gestion des eaux usées dans la ville de Niamey ;
- ❖ Enfin la quatrième partie traite du projet de l'Université de Niamey ainsi que les résultats et recommandations de l'étude.

2 Objectifs de l'étude

L'objectif principal de cette étude est l'inventaire des aspects techniques et socio-économiques sur les potentialités d'application d'un système épuration-production dans la ville de Niamey.

Les objectifs spécifiques sont entre autres :

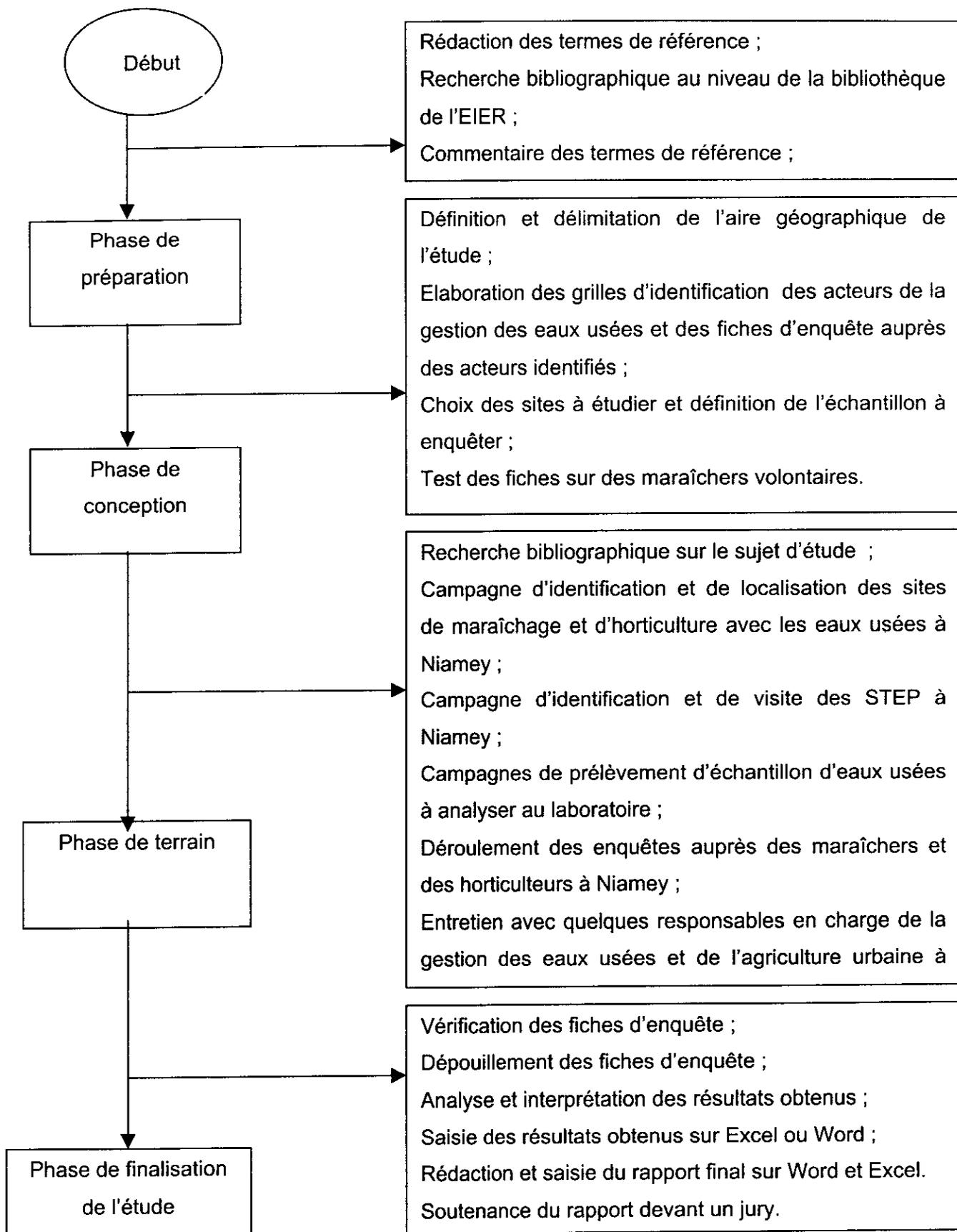
- ❖ l'évaluation des performances épuratoires de la station pilote de lagunage de l'Université Abdou Moumouni de Niamey ;
- ❖ évaluer la demande réelle et potentielle d'eau recyclée, de la biomasse et des boues de curage dans un contexte socio-économique de Niamey.

3 Méthodologie de l'étude

3-1 Etapes méthodologiques de l'étude

L'étude s'est déroulée en quatre phases :

- ❖ phase de préparation ;
- ❖ phase de conception ;
- ❖ phase de terrain ;
- ❖ phase de finalisation de l'étude.



3-1-1 Phase de préparation

les activités de cette phase ont débuté par la formulation du thème d'étude et la rédaction des termes de référence par les principaux professeurs encadreur. Ainsi après la lecture des termes de référence, nous avons procédé à une étude bibliographique au niveau de la bibliothèque de l'EIER pour la compréhension du système de lagunage en général et des termes de référence en particulier. A l'issue de ce travail préliminaire, nous avons rédigé un document sur le commentaire des termes de référence, lequel a été soumis aux professeurs encadreurs. Ce document a été corrigé puis validé par les professeurs encadreurs par la suite.

3-1-2 Phase de conception

Cette phase a débuté avec la délimitation de l'aire géographique de l'étude. Ce travail a été effectué à l'aide des documents cartographiques tels que le plan de la ville de Niamey au 1/15000 et surtout aussi à l'aide des photos aériennes.

Nous avons ensuite élaboré des grilles d'identification des différents acteurs intervenant dans la gestion des eaux usées et dans l'agriculture urbaine dans la ville de Niamey, et des fiches d'enquête. Les grilles d'identification devaient permettre au premier plan de localiser les quartiers où se pratique l'activité de maraîchage et l'horticulture avec les eaux usées et les positions des sites agricoles par rapport à la source d'eaux usées utilisées. Les fiches d'enquête quant à elles ont été établies en tenant compte de l'objectif poursuivi par l'étude et surtout des termes de référence. Ainsi les principaux thèmes abordés dans ces fiches sont les suivants :

- ❖ l'identification de l'agriculteur ;
- ❖ caractérisation de la parcelle agricole ;
- ❖ connaissance des pratiques culturelles ;
- ❖ connaissances des maladies liées à la réutilisation des eaux usées.

Dans l'ensemble, nous avons eu à localiser un seul site de maraîchage le long d'un grand collecteur des eaux pluviales appelé canal de « Gountayana » qui évacue les eaux usées du grand marché ; du marché de katako et les quartiers périphériques de ces deux marchés. Selon les données provenant de la direction communale du génie rural de Niamey, il y a au total 50 maraîchers le long de ce canal qui exploitent environ 30 hectares comme superficies. Les 50 maraîchers constituent notre échantillon d'enquête.

Cependant avant d'entamer l'enquête proprement dite, il nous a semblé utile et nécessaire de tester les fiches sur deux sites situés l'un à l'Université de Ouagadougou et l'autre à l'hôpital national Yalgado Ouedrogo. La collaboration de l'aide laboratin de l'EIER qui a non seulement de l'expérience sur la réalisation des enquêtes mais aussi la parfaite maîtrise de la langue moré nous a été d'un appui inestimable. Nous avons ainsi à travers ce test :

- ❖ chronométrer le temps mis pour remplir une fiche ;
- ❖ de relever les difficultés éventuelles de traduction ;
- ❖ relever les blocages et les lacunes observées pendant le test.
- ❖ faire des propositions pour améliorer la circulation des informations entre les enquêteurs et les enquêtés.
- ❖ corriger et de valider les fiches d'enquête avant leur édition.

Pour ce qui est du diagnostic de la station d'épuration et le potentiel d'utilisation des sous produits de cette station, nous avons utilisé les fiches d'enquêtes élaborées par la direction de recherche de l'EIER et le Centre de Recherche Eau Ville Environnement (CEREVERE) dans lesquelles on a abordé les thèmes suivants :

- ❖ identification de la station d'épuration.
- ❖ données techniques sur la station.
- ❖ exploitation et valorisation de la station.

3-1-3 Phase du terrain

Cette phase a démarré avec la recherche bibliographique au niveau des organismes étatiques, para étatiques ; privés et associatifs s'occupant de la gestion des eaux usées et de l'agriculture urbaine à Niamey. Les données recueillies ont été analysées et synthétisées selon l'organisation du rapport final prévue par les termes de référence de l'étude. Après cette étude bibliographique, nous avons effectué une brève visite sur le site localisé, ce qui nous a permis de distinguer trois catégories d'utilisation des eaux usées:

- ❖ les maraîchers qui utilisent les eaux polluées du grand canal ;
- ❖ les maraîchers qui creusent des puits d'environ 1 mètre de profondeur dans les environs du grand canal ;
- ❖ les maraîchers qui utilisent les eaux épurées issues de la station pilote UASB construite par les japonais.

Après la correction des fiches d'enquête, nous sommes descendus sur le site pour enquêter les maraîchers. Les principaux thèmes abordés dans les fiches sont entre autres les modes

d'utilisation des eaux usées, les modes d'utilisation des engrais chimiques, des insecticides et les problèmes environnementaux et sanitaires y relatifs.

Des exposés organisés à notre intention par certains responsables des institutions intervenant dans la gestion des eaux usées et l'agriculture urbaine, nous ont permis d'établir l'historique de la gestion des eaux usées et surtout d'aborder cette question sur le plan institutionnel, législatif, financier et technique au Niger en général et à Niamey en particulier. Ces exposés ont été suivis par des visites des ouvrages des eaux usées à travers la ville. Ainsi nous avons eu à visiter les stations d'épuration pilotes construites par la JICA (Agence internationale de coopération japonaise) et certaines stations d'épuration classiques non fonctionnelles comme celle de l'hôpital national de Niamey, de l'Université de Niamey et du grand marché sans oublier la station pilote de l'Université Abdou Moumouni de Niamey qui fait l'objet de nos études.

Nous avons suivi aussi un exposé sur l'utilisation des sous produits de lagunage avec les responsables du Projet pilote de lagunage de Niamey. Les domaines d'utilisation possibles des sous produits d'épuration, les avantages et les limites de chaque sous produit de lagunage nous ont ainsi été expliqués.

La phase de terrain s'est achevée par des campagnes de prélèvement d'échantillons d'eaux usées à analyser au laboratoire. Ceci dans le but d'une part de connaître les caractéristiques des eaux usées utilisées dans le cadre de maraîchage et d'autre part d'évaluer les performances épuratoires de la station. Ainsi nous avons eu à faire des prélèvements aux trois points suivants :

- ❖ sortie de la station d'épuration UASB pilote construite par la coopération japonaise
- ❖ (les eaux épurées de cette station sont utilisées par une partie des maraîchers) ;
- ❖ Puits d'environ 1 mètre de profondeur situés à environ 5 mètres (système qu'une partie des maraîchers utilisent pour l'arrosage de leurs cultures) ;
- ❖ le canal dans lequel circulent les eaux polluées. Ces eaux sont utilisées par la grande majorité des maraîchers
- ❖ l'entrée et la sortie des différentes filières de la station d'épuration de l'Université de Niamey

3-1-4 Phase de finalisation de l'étude

Les fiches d'enquête dûment remplies ont été regroupées et vérifiées afin de passer au dépouillement. Ce dernier a permis de dégager les résultats suivant les thèmes abordés dans l'enquête.

Après l'analyse et interprétation des résultats, nous avons procédé à la saisie des résultats sur Word. La synthèse bibliographique et les résultats de l'enquête ont permis la rédaction du rapport final de l'étude en fonction des grandes lignes proposées par les termes de référence. Cette phase s'achève par la saisie du rapport et la soutenance de ce rapport devant un jury.

PARTIE 1: Contexte de l'étude

1 Caractéristiques du milieu physique

1-1 Données climatologiques

Le climat est du type sahelo-soudanien caractérisé surtout par ses fortes températures, ses pluies faibles et irrégulières et ses deux saisons nettement distinctes : une longue saison sèche (8 à 10 mois) et une courte saison des pluies qui dure en moyenne 120 jours soit 2 à 4 mois.

L'évolution des températures tout au long de l'année est liée au changement de saisons. Les températures moyennes descendent rarement en dessous de 20° c alors qu'elles peuvent par contre monter jusqu'au-delà de 40°C (mois d'avril).

La pluviométrie annuelle moyenne sur la période 1995-2000 est de 591.8 mm. Au cours de cette période, le cumul annuel le plus élevé qui a été enregistré (en 1998) est de 816.6 mm. Le cumul annuel le plus faible qui est de 411.6 mm a été enregistré en 1997.

Le régime de vents à Niamey présente deux directions dominantes :

Il souffle pendant la plus grande partie de l'année correspondant à la saison sèche, un vent chaud et sec connu sous le nom de l'harmattan de directions Nord-est ou Nord-ouest.

Il souffle la mousson, vent frais et humide générateur des pluies et originaire du golfe de guinée

1-2 Données pédologiques et hydrologiques

On distingue quatre types de sols dans la ville de Niamey :

- ❖ sols latéritiques impropres à l'agriculture (cuirasse, brousse tigrée) dans toute la partie centrale du département.
- ❖ sols ferrugineux tropicaux, peu ou pas lessivés constituant la majeure partie des terres cultivables de plateau mais de fertilité moyenne ou faible (1).¹
- ❖ sols de bas-fonds et des dallols contenant plus d'argile et plus d'humus, mais souvent appauvris par une surexploitation agricole.
- ❖ recouvrement sablonneux ou (dunes) principalement dans le nord et l'ouest de la ville.

¹ Direction communale du génie rural de Niamey

Le fleuve Niger est le principal cours d'eau permanent traversant la Communauté Urbaine de Niamey sur une longueur de 15 km avec un débit maximal de 2340 m³ /s pendant la période de crue. Un arrêt de son écoulement a été observé pour la première fois le 30 juin 1985 du à une sécheresse qui a frappé tous les pays de la sous région.

On note également l'existence d'un chapelet de mares permanentes de 17 km de long à Kougou-gorou et une mare permanente de 30 ha à Banga-bana à la rive droite.

Il y a également 11 mares semi-permanentes.

A ces retenues naturelles s'ajoute une retenue artificielle qui est le seuil de Goudel réalisé pour stocker une réserve d'eau de 3000000 m³ pour soutenir l'alimentation en eau de la ville de Niamey.

2 Les aspects urbanistiques

2-1 Le cadre administratif

La Communauté Urbaine de Niamey constitue une entité indépendante sous tutelle du ministre de l'intérieur du Niger. Niamey est subdivisé en trois communes. Chaque commune est gérée et administrée par un maire nommé à la suite d'un conseil du ministre et qui également membre du Conseil du Développement Communautaire de la Communauté Urbaine de Niamey. La CUN est dirigée par un Préfet Maire qui est le président des maires des trois communes. Il assure l'exécution des délibérations et reste le personnage clé, détenant tous les pouvoirs. Les communes sont subdivisées en quartiers sous la responsabilité d'un chef de quartier. Le chef de quartier est l'une des pierres angulaires de l'administration municipale à l'échelle de quartier. Il est le collaborateur direct du maire. Les quartiers de Niamey sont assimilés à des collectivités coutumières. Les chefs de quartiers sont ainsi considérés comme des chefs coutumiers. Ils sont nommés conformément aux dispositions de la loi portant statut de la chefferie au Niger, et ont la responsabilité de la collecte des impôts et taxes auprès des populations de leurs circonscriptions.

Tableau 1 Situation des communes de la CUN

Entités administratives	superficie. (km ²)	%	Nbre de Quartiers	Population	%	Densité (hbt/ km ²)
Commune I	82.82	34.6	18	157290	40	1.899
Commune II	119.08	49.7	20	197370	50.30	1.657
Commune III	37.26	15.7	9	37509	9.70	1.007
C.U.N	239.16	100	47	392169	100	1.640

Source : Monographie de la commune I (d'après le recensement général de la population 1988, résultats définitifs)

2-2 Les données démographiques

La population de la Communauté Urbaine de Niamey était estimée en l'an 2000 à environ 650000 habitants sur une population totale du Niger de 10.6 millions. Elle est répartie sur une superficie de 23916 ha.

La forte concentration de la population constatée dans la capitale du pays serait liée à la viabilité de cette partie du territoire, du point de vue climatique et surtout la concentration des services administratifs et des infrastructures socio-économiques (capitale politique, administrative et économique)

La ville de Niamey ne cesse de s'agrandir. En 1952 la localité était déjà le premier centre urbain avec 11900 habitants. En 1960, cette population passe à 33816 habitants soit un taux de croissance de 12%/ an. En 1972 elle triple et passe à 108000 habitants. Au recensement général de la population de 1988, on dénombrait 399846 habitants (1).²

Le taux de croissance est de 4.8%/an. Cette croissance élevée est d'abord due à l'amélioration des conditions sanitaires qui ont entraîné une baisse significative du taux de mortalité au cours des trente dernières années. Mais elle est surtout le résultat d'une forte natalité et du phénomène urbain. Ce phénomène s'explique également par les flux migratoires vers la capitale et qui concernent essentiellement les jeunes en provenance de toutes les régions du Niger et des pays étrangers.

La population de Niamey est aussi caractérisée par un taux élevé de formation de ménages (3.25% en 1993) dont la taille moyenne est de 6 personnes. Estimé à 78604 en 1993, le

nombre de ménages serait de 92237 en fin 1998 et 95235 en fin 1999 (Recensement général de la population 1988)

2-3 La typologie urbaine

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

Haut standing : Implantée sur le plateau de la rive gauche, la zone1 est caractérisée par un bon niveau d'hygiène, une bonne desserte en eau, une faible densité de population et des constructions luxueuses(villa). Cette zone regroupe des habitats de type résidentiel comme les quartiers Plateau, Kwara-kano, Terminus, Poudrière et Cité caisse qui sont considérés comme les quartiers de la ville. Les habitants de ces quartiers sont des cadres supérieurs de la fonction publique, des sociétés d'économie mixte ou privée et de gros commerçants . Dans ces habitations 5 personnes partagent en moyenne 4 pièces. Le revenu du ménage s'apprécie en fonction de la charge familiale.

Moyen standing : Cette zone n'a rien de commun avec le niveau précédent , hormis sa localisation sur le plateau rive gauche. Malgré la forte perméabilité de son sol, cette zone est exposée à la stagnation des eaux pendant la saison des pluies. La zone se situe à la périphérie Nord-est et Nord-ouest des quartiers résidentiels. Elle se compose des quartiers Route de Filingué et Yantala haut. La plupart des chefs de ménages de cette zone sont des cadres moyens, des ouvriers qualifiés ou des commerçants moyens, qui habitent des maisons en dur multi familiales. La zone est constitué d'habitat en cour collective abritant en moyenne 4 ménages de 4 personnes vivant presque dans la promiscuité avec en général 2 pièces (chambre-salon) par ménage. Les concessions ont accès au réseau d'adduction d'eau. Chaque logement dispose en principe d'une douche, mais on dénombre qu'une seule latrine pour des cours qui comptent 17 personnes en moyenne. Cet entassement engendre des problèmes d'entretien des wc.

Bas standing : c'est la zone qui domine la ville. L'habitat en banco est collectif, mais le nombre de ménages (plus de 4), le nombre d'habitants dans le ménage (6 habitants) et dans la concession (20 habitants) sont plus élevés, les conditions d'hygiènes sont de ce fait

² Recensement général de la population de 1988

plus mauvaises. Le taux de raccordement à l'eau potable est plus faible (38% seulement des ménages disposent d'un robinet contre 75% dans la zone3)³. Les quartiers appartenant à cette zone sont : Yantala, Madina, Kalley-sud , Kalley-Nord, Abidjan , Kalley-Est, Sabongari, Banizoumbou, Nouveau marché, Gamkallé , Talladjé , Boukoki, Karadjé , Pont Kennedy et Gaweye.

Très bas standing (bidonvilles) : cette zone se caractérise par la taudification des habitations (habitat de cour en banco) ou par la part importante des concessions dépourvues de latrines ou encore le faible taux de raccordement à l'eau potable, qui ont constitué les principaux critères pour la classer dans ce groupe. c'est la zone où sont concentrés les pauvres. Les habitations sont dépourvues d'eau et d'électricité. Le ravitaillement se fait aux puits ou à la borne fontaine.

Tableau 2 : Répartition des ménages par zone

Zones	Haut standing	Moyen standing	Bas standing	Très bas standing	Total
% des ménages	5.50	11.70	48.70	34.10	100.00

Source : Recensement général de la population 1988

Tableau 3 : Répartition des ménages selon le type d'habitat occupé par la commune (%)

Type d'habitation	Commune I	Commune II	Commune III	Ensemble
Constructions traditionnelles	35.80	23.70	57.00	32.00
Maisons à plusieurs logements	54.50	64.20	38.20	57.60
Immeubles	0.30	0.60	0.00	0.40
Villas modernes	7.50	9.60	4.10	8.30
Tentes	0.50	1.00	0.20	0.70
Autres	1.40	0.70	0.50	1.30
Tout type d'habitat	100.00	100.00	100.00	100.00

Source : Recensement général de la population 1988

³ Images socio-économiques et physiques de la Communauté Urbaine de Niamey, 2000.

Tableau 4 : Répartition des logements selon les matériaux de construction à Niamey

Type de constructions	% de logements	% de population
Banco Simple	66.90	66.80
Banco amélioré	9.20	9.60
Paillote	5.50	4.20
Maison en ciment	18.40	19.40
Total	100.00	100.00

Source : SDAU, Niamey 1986 (dans Diakité p 60)

Il ressort de ces 3 tableaux que le haut standing de la ville de Niamey se situe entre la commune I et la commune II. La majorité des populations de la ville de Niamey (76.40%) vit dans les maisons en banco

2-4 Les activités socio-économiques

Agriculture : Malgré son caractère urbain, la population de la Communauté Urbaine de Niamey (CUN) a une grande vocation pour le secteur agricole.

La situation de la CUN lui confère de 7 à 10 km de bordure du fleuve allant de l'hôtel Gaweye à Losso Goungou en amont. Les terres de cette bordure marécageuse sont argileuses et très riches en humus. Elles sont exploitées en toute saison pour les cultures maraîchères et fruitières. Quant aux terres dunaires, des cultures céréalières de mil, de sorgho, et niébé y sont pratiquées.

Élevage : il a toujours été une activité présente dans la ville de Niamey. Les Peuhls continuent toujours de garder leurs troupeaux dans les quartiers. Ils sont également les bergers des autres citoyens qui leur confient la garde de leurs animaux.

Pêche : la pêche traditionnelle se pratique le long du fleuve, plus précisément à Gaweye, Gamkallé, Yantala et Goudel,. Elle n'est pas permanente du fait de la variation du débit du fleuve. On note un regain d'activité pendant les crues ou la saison pluvieuse. Pour la seule année 1998, 40 tonnes de poissons ont été commercialisées et en 1999 la production était estimée à 100 tonnes⁴.

Commerce : Le commerce est l'une des activités les mieux développées dans la CUN. En effet selon l'enquête nationale sur le secteur informel et la petite entreprise (DSP/MP), Niamey totalise à elle seule 18800 établissements relevant du commerce. Les

établissements du commerce du secteur informel aussi bien rural qu'urbain sont concentrés dans la CUN. En matière de commerce urbain, Niamey regroupe 60.45% des établissements du Niger. Le commerce des produits alimentaires est le plus dominant. L'essentiel des établissements commerciaux est concentré dans les marchés. De 10 établissements en 1981, le nombre de marché passe à 22 en 1987, soit une augmentation de 120% (Chambre de commerce).

Industrie : Auparavant très florissante, la situation du secteur industriel continue de se dégrader avec un processus de désindustrialisation de l'économie. C'est ainsi que de nombreuses entités de production ont cessé leurs activités et la quasi-totalité de celles existantes travaillent en dessous de leur capacité. Hormis les boulangeries et autres usines de glace hydrique, le tissu industriel de la C.U.N compte aujourd'hui une trentaine d'entreprises en activité dont la contribution au produit intérieur brut a chuté de 1.2% en 1985 à moins de 0.8% en 1997. Alors qu'en 1980 il existait 48 unités industrielles, on en dénombre que 6 et 5 en 1999.

Artisanat : Au Niger plusieurs études ont montré que le secteur de l'artisanat occupe une place de choix dans l'économie nationale. Troisième pourvoyeur d'emploi après l'agriculture et l'élevage, il constitue aujourd'hui l'une des composantes majeures du développement socio-économique du pays. Le recensement de 1997 dénombrait 7841 artisans dans la ville de Niamey. En 1988, une enquête menée par la GTZ et l'OPEN donne un chiffre de 11798 ateliers avec un effectif de 31078 actifs dont 1307 ateliers artisanaux dans le seul marché de Katako employant 3674 actifs en raison de 3 à 4 actifs en moyenne par atelier.

Tourisme : Terre de contraste, le Niger est riche d'une nature majestueuse d'une grande diversité culturelle, de traditions d'hospitalité légendaire et d'un artisanat de très grande qualité. Les circuits touristiques s'inscrivent sur deux destinations : D'une part Niamey et ses sites touristiques et d'autre part Niamey et ses environs. Ainsi la capitale constitue une destination touristique d'importance, 90% des touristes y transitent⁵.

⁴ Images socio-économiques et physiques de la Communauté Urbaine de Niamey,2000

⁵ Images socio-économiques et physiques de la Communauté Urbaine de Niamey,2000

2-5 La situation de l'approvisionnement en eau potable

La desserte en eau de la Communauté Urbaine de Niamey est essentiellement assurée par le fleuve Niger. Il existe 6 forages, 9 châteaux d'eau dont 8 fonctionnels, 2 stations de pompage.

La ville de Niamey dispose de 21628 abonnés dont 528 abonnés bornes fontaines et 21100 abonnés privés. En 1999, la société a vendu 14 millions 200 m³ d'eau potable sur une production de 30 millions de m³. C'est ainsi que si on rapportait cela à la population estimée de Niamey et qu'on ne tient pas compte de la consommation des sociétés, des industries et des administrations on obtiendrait une consommation de 45 litres d'eau par personne et par jour. Avec une telle couverture, Niamey se situe à la limite de la norme définie par l'OMS qui préconise une consommation de 45 à 50 litres par personne et par jour⁶.

En plus de la Société d'Exploitation des Eaux du Niger (SEEN), un certain nombre d'équipements hydrauliques ont été réalisés en vue de satisfaire les besoins en eau potable de la ville de Niamey. Il s'agit de 120 forages à motricité humaine dont seulement 31% sont actuellement fonctionnels.

Dans le domaine de la mini adduction d'eau potable, on dénombre 7 postes autonomes dont 5 sont actuellement fonctionnels et 4 réseaux dont 2 en état de fonctionnement ont été réalisés. De ce fait la répartition des infrastructures et équipements hydrauliques se résume à 2 niveaux :

- ❖ un noyau de quartiers est pourvu d'un réseau allant des châteaux aux usagers (les robinets des maisons ou les fontaines publiques).
- ❖ les infrastructures par contre (forages et châteaux de capacité limitée) sont prédominantes dans les quartiers périphériques. C'est en particulier pour cette dernière catégorie que se présentent des problèmes de fonctionnement qui compromettent ou tout au moins réduisent sérieusement le niveau de satisfaction des besoins en eau.

Malgré tous les efforts consentis par l'Etat, une importante frange de la population continue à s'approvisionner en eau (de qualité douteuse) soit directement au fleuve soit à partir des puits traditionnels.

⁶ Société d'Exploitation des Eaux du Niger

Tableau 5 : Type d'approvisionnement en eau selon le type d'habitat (%).

	Type d'habitat				Total
	Villa	Maisons dur	Maisons en banco	Cases	
Eau courante	92.00	76.50	38.100	17.80	49.00
Revendeurs	-	16.10	56.100	46.70	42.30
Puits	8.00	7.40	5.80	35.50	8.70
Ensemble	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Source : Motcho P 167.1989.

2-6 La situation des déchets solides municipaux dans la ville de Niamey

En matière d'assainissement, la gestion des ordures ménagères reste l'un des problèmes le plus délicat pour la Communauté Urbaine de Niamey. Les activités d'évacuation des déchets urbains s'avèrent d'une importance capitale pour des raisons d'hygiène et de salubrité publique, et généralement à cause des dangers que courent les populations.

Aujourd'hui compte tenu des difficultés économiques du pays, les services municipaux ne sont pas en mesure d'évacuer régulièrement : les containers en nombre insuffisant sont déposés aux carrefours des routes où des poly bennes munies de treuil viennent les charger selon leur fréquence de vidange. Le non-respect de celle-ci engendre le débordement et la prolifération des déchets dans les quartiers. La collecte des déchets urbains nécessite de plus en plus de moyens et ceci suivant le rythme de la croissance démographique. Elle implique en effet, une bonne mobilisation des moyens financiers et humains. Les contraintes financières de la Communauté Urbaine de Niamey incitent à la recherche de solutions d'évacuation plus performantes, moins onéreuses et notamment un système qui permet de tirer un certain profit de ces déchets en les valorisant.

Le système actuellement utilisé s'articule autour de trois paramètres :

- ❖ la pré collecte des déchets ;
- ❖ la collecte des déchets au niveau de la C.U.N ;
- ❖ l'évacuation et le traitement des déchets ;

2-6-1 La pré collecte des déchets

Elle se fait généralement avec des récipients non fermés. La précollecte n'est pas régulière et les ordures subissent une décomposition avant d'être acheminés aux points de collecte. Ce qui peut engendrer certaines nuisances telles que les odeurs etc.

2-6-2 La collecte des déchets

C'est à ce niveau que l'évacuation des déchets donne d'énormes difficultés à la municipalité. La collecte se pratique de façon inadéquate favorisant ainsi la création des dépotoirs sauvages entre les containers qui son généralement distants de 300 m (d'après l'étude de la GKW un bureau d'études allemand) et augmente le nombre de dépotoirs dans les quartiers où ces containers ne sont pas placés. La collecte est assurée par des poly bennes munies de treuil et des camions bennes.

2-6-3 L'évacuation et le traitement des déchets

Avant 1985, toutes les ordures produites au niveau de la Communauté Urbaine de Niamey ne subissent aucun traitement. C'est à cette année que l'expérience du compostage avait été initiée par la municipalité pour revaloriser les déchets. C'est une méthode par laquelle les matières organiques sont stabilisées et décomposées sous l'action des micro-organismes pour obtenir un produit final appelé compost utilisé pour fertiliser les champs agricoles. La production du compost n'a duré que deux ans. Actuellement tous les déchets produits dans la ville de Niamey ne subissaient aucun traitement avant d'être mis en décharge.

La problématique posée par les déchets est spécifique et relativement complexe à Niamey. Les contraintes sont de plusieurs types :

- ❖ l'absence d'une politique claire ;
- ❖ la rareté des ressources financières et humaines ;
- ❖ la pression démographique et la croissance urbaine non maîtrisée ;
- ❖ les coûts élevés des investissements.

Tableau 6: Synthèse des données sur la production des déchets solides à Niamey

Production spécifique	0.65 kg/hbt/j
Production d'ordures ménagères annuelle	207200 tonnes
Densité moyenne en poubelle	0.63 tonnes/m ³
Production d'ordures ménagère annuelle	329000 m ³
Production des déchets hospitaliers annuelle	359 tonnes

Source : Communauté Urbaine de Niamey

Tableau 7: liste de matériels de collecte et de transport des déchets solides à Niamey

	Commune I	Commune II	Commune III
Nombres de containers/ Commune	160	65	30
Nombre de poly-bennes	17 en bon état		
Ordures enlevées	40% des ordures produits dans la ville		

Source : Communauté Urbaine de Niamey

Actuellement les services municipaux n'enlèvent qu'environ 40% des déchets produits dans la ville. Afin de pouvoir remédier à cette insuffisance des solutions suivantes ont été proposées par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) dans le schéma directeur de la gestion des déchets solides établi en septembre 2001.

- ❖ un nouveau système de pré collecte des déchets managés doit être introduit.
- ❖ Les industries doivent être dotées de containers et un service de collecte de ces déchets doit être instauré.
- ❖ les déchets infectieux provenant des établissements hospitaliers doivent être séparés à la source et incinérés séparément.

La composition des déchets montre que la composante « sable » représente une forte proportion dans les ordures ménagères, il s'avère nécessaire de prévoir le recyclage de ce sable dans les centres de tri. Le sable sera tamisé manuellement et pourra être mis à la disposition des services municipaux qui assureront le transport des déchets ultimes vers la décharge municipale. Le sable recyclé pourra être utilisé par les services municipaux comme matériel de remblai pour combler les ravines et les fosses causés par l'érosion des eaux

pluviales. Cette méthode permettra de mettre fin à l'actuelle méthode d'évacuation des déchets qui consiste à utiliser la totalité des déchets comme matériaux de remblai.

Dans ce schéma directeur il est recommandé aussi que des services de mise en disposition des containers, leur transport ainsi que la mise en décharge soient rendus par la C.U.N. Par contre il est préférable que la pré collecte des ordures ménagères soit sous-traitées par des associations privées qui seront rémunérés par les producteurs de ces déchets.

Il a également été prévu dans ce schéma directeur :

- ❖ l'introduction du nouveau système de pré collecte dans 16 quartiers qui sera assuré par les associations privées. Ce système concernera non seulement la collecte de porte en porte mais aussi le balayage des rues ;
- ❖ la construction de 2 décharges contrôlées.:

Dans le tableau suivant sont résumés les données les plus importantes qui ont servi au dimensionnement des installations prévues pour le concept de l'étude de faisabilité.

Tableau 8 : données sur la production des déchets solides à Ouagadougou

	Schéma directeur	
	2005	2015
Taux de génération spécifique	0.75 kg/j/hbt	0.75 kg/j/hbt
Population totale	757000 hbts	993700 hbts
Quantité des déchets produits	207000 tonnes	272000 tonnes
Population desservie par le nouveau système	169000 hbts	557000 hbts
Quantité des déchets enlevés par le nouveau système	46300 tonnes	152000 tonnes
Aménagement des sites de décharge	2 (Koubia et Bengale)	2 (Koubia et Bengale)

Source : Rapport définitif de JICA septembre 2001.

Tableau 9: Evolution de la quantité et de la composition des déchets

	Composante	%	Quantité (tonnes / an)		
			2005	2010	2015
1	Papier et carton	1.12	2329	2680	3056
2	Plastique	3.35	6944	7991	9114
3	Textiles et chiffons	0.53	1103	1269	1447
4	Cuir et caoutchouc	0.00	0	0	0
5	Bois	0.73	1518	1747	1992
6	Matières organiques	19.10	39599	45569	51969
7	Fines (< 5 mm)	71.09	147347	169561	193375
8	Métal	0.58	1209	1391	1587
9	Verre	0.06	132	151	173
10	Pierres et gravats	3.43	7101	8172	9319
	total	100	207281	238531	272032

Source : Rapport définitif de JICA septembre 2001

Tableau 10: Evolution du matériel du projet de gestion des déchets solides

N°	Projet	Quantité ou construction			
		2005	2010	2015	Total
1.	Système actuel : Achat de matériel par la C.U.N et les communes				
1.1	Poly-bennes de 5.5 m ³	3	5	1	9
1.2	Containers de 5.5 m ³	54	28	46	128
2.	Nouveau système : Achat de matériel par la C.U.N et les communes				
2.1	Poly-bennes de 5.5 m ³	8	7	4	19
2.2	Containers de 5.5 m ³	52	48	61	161
2.3	Bennes de 15 tonnes	2	1	2	5
2.4	Chargeuses de 2 m ³	1	1	1	3
3.	Centres de tri : Financés et gérés par les pré-collecteurs privés				
4.	Sites de décharge : géré par la C.U.N				
4.1	Construction site de décharge finale CU1 et CU2	Phase 1	Phase2	Phase3	
4.2	Construction Site de décharge finale CU3	Phase1	Phase2	Phase3	
4.3	Achat de matériel pour site de décharge (bulldozer)	1 :165 HP		1 :135 HP	2
5.	Déchets industriels : Financés par les industries				
5.1	Achat poly-bennes de 5.5 m ³	1			1
5.2	Achat de containers de 5.5 m ³	10			10
6.	Déchets Hospitaliers : Financés par les hôpitaux				
6.1	Achat poly-bennes de 5.5 m ³	1			1
6.2	Achat de containers de 5.5 m ³	11			11
6.3	Construction d'un incinérateur (200 kg/h)	1			1

Source : Rapport définitif de JICA septembre 2001

2-6-4 Rôle de la municipalité et son renforcement

Le rôle de la Communauté Urbaine de Niamey dans la gestion des déchets solides est résumé comme suit :

- ❖ assister et apporter un support aux organismes privés pour l'introduction du nouveau système de pré collecte des déchets
- ❖ assurer le contrôle et suivi de toutes les activités de collecte, transport et de mise en décharge des déchets solides.

2-6-5 Rôle du secteur privé et son renforcement

Les organismes privés assurent dans certains quartiers de la ville de Niamey le balayage des rues et la collecte des déchets ménagers. Ils devront par ailleurs organiser un système de gestion du sable recyclé.

PARTIE 2: La gestion des eaux usées dans la ville de
Niamey

1 Historique de la gestion des eaux usées dans la Communauté Urbaine de Niamey

En 1981, les Allemands à travers leur bureau d'études GWK ont établi un schéma directeur d'évacuation des eaux usées dans la ville de Niamey. Ce schéma comporte deux volets :

Le volet institutionnel à travers lequel il a été défini les différents acteurs dans la gestion des eaux usées et le volet technique qui prévoit la réhabilitation et la construction des collecteurs à travers toute la ville. En 1987, suite à la réhabilitation des collecteurs et l'extension du réseau de collecte prévues par le schéma directeur, la construction d'une station d'épuration s'est avérée nécessaire pour la ville afin de diminuer la pollution du fleuve qui reçoit toutes les eaux polluées de la ville.

En 1989, la Banque Ouest Africaine pour le Développement (BOAD) finance l'étude de la station et c'est le bureau d'études suisse SGI qui en avait la charge. Cette station qui devait se situer à environ 7 km à l'aval de la ville de Niamey, était évalué à 6 milliards de FCFA. En 1990 , suite à la remise du rapport final par le bureau d'études suisse SGI, le gouvernement nigérien trouve que le coût de cette station est trop élevé et abandonne l'idée de l'exécution de cet ouvrage.

En 1996, le constat d'un travail inachevé⁷ a amené une organisation non gouvernementale NIGETIP (Niger des Travaux d'Intérêts publics) à réorienter le problème de l'assainissement au Niger. Ainsi la NIGETIP s'occupe désormais de l'assainissement autonome à travers la construction des ouvrages individuels tels que les toilettes publiques etc.

En 1998, le gouvernement nigérien a sollicité l'aide de la coopération japonaise pour venir en aide en matière d'amélioration de l'assainissement de la ville de Niamey

En juillet 2000, Suite à la requête adressée par le Gouvernement Nigérien auprès de la coopération japonaise pour une étude sur l'amélioration de l'assainissement de la ville de Niamey, une équipe d'études a été dépêchée par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA). Cette étude a comporté deux parties :

⁷ (20% seulement des collecteurs prévus dans le schéma directeur de 1981 ont été exécutés

- ❖ le schéma directeur d'assainissement de la ville de Niamey dans lequel il a été prévu la construction d'une quinzaine de stations d'épuration sur une période de 15 ans ;
- ❖ l'étude de faisabilité du projet en vue de la réalisation de ces stations.

En annexe de ce schéma directeur il y a eu l'établissement de deux projets pilotes de stations d'épuration afin de concrétiser les études.

- ❖ Une station aérobie traitant $10 \text{ m}^3/\text{j}$, d'eaux usées produites par l'école primaire de Banda Bari ;
- ❖ une station anaérobie traitant $100 \text{ m}^3/\text{j}$, située au niveau d'un grand collecteur eaux usées qui débite $2500 \text{ m}^3/\text{j}$.

2 Les différents intervenants dans la gestion des eaux usées à Niamey

- ❖ la Communauté Urbaine de Niamey intervient dans la gestion et le financement des ouvrages d'assainissement tels que les toilettes publiques, les ouvrages individuels (latrines améliorés).
- ❖ le Ministère de l'équipement et des infrastructures a la charge de la conception et la réalisation des infrastructures d'assainissement dans les centres urbains du Niger.
- ❖ le Ministère de la santé publique assure à travers le projet d'hygiène et d'assainissement, la protection des points d'eau, le contrôle de la qualité et du traitement de l'eau.
- ❖ le Ministère des ressources en eau est impliqué à travers le projet sectoriel Eau (PSE) de l'assainissement urbain notamment dans la réhabilitation et la construction des ouvrages d'assainissement individuels et collectifs de la ville de Niamey.

3 Aspects législatifs en matière d'assainissement des eaux usées

3-1 Textes régissant la gestion des eaux usées au Niger

Le Niger dispose des projets de lois sur les eaux usées mais qui ne sont pas jusque là adoptés.

3-2 Textes sur la réutilisation des eaux usées et des boues résiduaire au Niger.

Pour ce qui est de la réutilisation des eaux usées, le Niger ne dispose d'aucune norme en la matière. Les directives internationales telles que celles de l'OMS, de la FAO et de la France sont souvent utilisées dans le cadre de la préparation de certains projets d'envergure qui visent la protection des usagers, les consommateurs des produits agricoles, ainsi que les ressources naturelles (eau, sol).

D'après les directives de la FAO en matière de réutilisation des eaux usées en agriculture, les mesures suivantes sont souvent pratiquées.

- ❖ application des normes de réutilisation des eaux usées ;
- ❖ traitement efficace des eaux usées ;
- ❖ contrôle de la qualité de l'eau épurée ;
- ❖ contrôle de canalisation de transport, de distribution et de stockage des eaux épurées
- ❖ contrôle des personnes exposées.

D'après l'Office Internationale de l'Eau, qui se réfère aux directives de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (1989), on retient trois catégories de contraintes biologiques. Ces contraintes à risques croissant sont liées aux types d'usage des eaux et aux systèmes d'irrigation. On distingue des contraintes biologiques et des contraintes chimiques.

3-2-1 Contraintes biologiques :

La Contrainte de type C liée à la qualité microbiologique ne précise aucune limite étant donné que les techniques mises en jeu et les types de cultures pratiquées ne permettent pas une transmission des risques hydriques. Il s'agit principalement des techniques d'irrigation souterraines ou localisées ; pour des cultures céréalières ; industrielles et fourragères, des vergers et des zones forestières mais aussi pour les espaces verts non ouverts au public.

La Contrainte de type B exige à respecter une teneur en œufs d'helminthes intestinaux (ténia, ascaris) de 1oeuf d'helminthe/litre au maximum, permettant ainsi d'assurer une protection de la population notamment les agriculteurs et les ouvriers vis à vis du risque parasitologique. Ce niveau est requis pour l'irrigation par le système gravitaire des cultures céréalières et fourragères des pépinières et des cultures de produits végétaux consommables après cuisson (pomme de terre, choux, carottes, tomate etc.). En cas

d'irrigation par aspersion, des précautions et mesures particulières arrêtant des eaux doivent être prises.

Le niveau de contraintes de type B peut être atteint par une série de bassins de décantation, présentant un temps de séjour d'une dizaine de jour, ou par tout autre procédé présentant une efficacité équivalente (brises vents).

La Contrainte de type A est exprimée par une teneur en œufs d'helminthes intestinaux (ténia, ascaris) de 1oeuf d'helminthes/litre et par une teneur en coliformes fécaux de 10^3 CF/ 100 ml, permettant d'assurer la protection des exploitants agricoles et des consommateurs. Cette exigence de qualité doit être complétée par la mise en œuvre de techniques d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes.

3-2-2 Contraintes chimiques

Selon les recommandations du Conseil supérieur de l'hygiène publique en France, la qualité chimique à laquelle doivent répondre les eaux est la suivante :

- ❖ les effluents à dominant domestique (de rapport DCO/DBO5 < 2.5 ; DCO < 750 mg/l et NTK (azote total kjedhal) < 100 mg/l) peuvent être utilisés, après épuration pour l'irrigation des cultures et arrosage des espaces verts. L'utilisation des effluents à caractère non domestique du fait de la présence possible (en quantité excessive) de micro polluants chimiques minéraux ou organiques, reste assujettie à un examen particulier de leur qualité chimique ; dans certains cas elle pourra être interdite⁸ ;
- ❖ pour ce concerne les éléments traces les valeurs seuils appliquées au sol par les eaux usées et/ ou les boues sont regroupés dans le tableau suivant :

⁸ D. BONDON , 1994. Le lagunage écologique

Tableau 11: valeurs limites des éléments traces

Paramètres	Valeurs limites (kg/ha/an)
Cadmiunium	0.15
Cuivre	12
Nickel	3
Plomb	15
Zinc	30
Mercure	0.1
Chrome	4.5

Source : Conseil supérieur de l'hygiène publique de France, 1997

- ❖ en ce qui concerne les boues, les valeurs des concentrations mesurées ne doivent pas dépasser, pour au moins un paramètre concernant les éléments traces (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), les niveaux fixés par la norme. Un examen plus précis de la qualité de l'eau épurée devra être effectué notamment si cette eau est destinée à l'irrigation des cultures maraîchères, céréalières, industrielles et fourragères ainsi qu'aux pâturages.
- ❖ Il a été rapporté également la nécessité de connaître et de vérifier régulièrement la composition des eaux usées épurées en éléments fertilisants (NPK). Ces données permettront d'adapter en conséquence les apports nécessaires au plan agronomique et d'éviter les apports excessifs d'azote.

Selon les recommandations de la FAO⁹ en matière de la réutilisation des eaux usées, les normes suivantes doivent être respectées dans le cadre de l'irrigation.

- ❖ le PH doit varier entre 6.5 et 8.5 ;
- ❖ le SAR doit être inférieur à 10 (SAR < 10) ;
- ❖ les MES doivent être inférieures à 30 mg/l.

Selon la réglementation française et directives européennes pour les normes de rejet , pour le lagunage naturel¹⁰, les rejets doivent répondre au niveau correspond à :

- ❖ MES totales : 120 mg/l,
- ❖ DCO : 120 mg/l
- ❖ DBO5 : 40 mg/l

⁹ FAO, 1988. La qualité de l'eau en irrigation

¹⁰ D. BONDON , 1994. Le lagunage écologique

- ❖ CF : 100 à 1000/100ml
- ❖ SF : 100 à 1000/100ml
- ❖ Nt : 10 à 15 mg/l
- ❖ Pt : 1 ou 2 mg/l

Tableau 12 : Qualité microbiologique pour l'utilisation des eaux usées en agriculture.

Conditions de réutilisation	Groupe exposé	Nématodes intestinaux moyenne arithmétique. Nb d'œufs/ l	Coliformes fécaux moyenne géométrique. Nombre/100 ml	Traitement d'eau usée prévu pour atteindre la qualité microbiologique
Irrigation de récol. Comestibles, parcs publics, terrains de sport	Travailleurs Consommateurs Publics	< 1	< 1000 < 200	A. Bassins de stabilisation en série ou traitement équivalent.
Irrigation d'arbres, prairies, céréales, fourrages.	Travailleurs Aucun	< 1	Non approprié	B. Bassins de stabilisation (8 à 10 jours) ou disparition équivalente d'helminthes ou coliformes fécaux.
Irrigation localisée aux récoltes si pas d'exposition de personnel et du public		Non approprié	Non approprié	C. Prétraitement lié à la technologie d'irrigation

Source : Organisation mondiale de la santé 1987

3-3 Textes sur la pisciculture avec les eaux usées

Le Niger ne dispose pas de textes sur la pisciculture avec les eaux usées, mais selon une étude réalisée par LAOUALI M.S les paramètres intéressant l'aquaculture présentent les tendances suivantes en cours d'épuration :

Tableau 13: Normes sur la pisciculture avec les eaux usées

	Effluent brut	Fin lagune 2		Fin lagune 3	
		Hiver	été	Hiver	été
Dco filtré(mg/l)	700	200	130	80	40
NH ₃ (mg/l)	30-60	30-40	10-20	5-20	0-10
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	60-80	30-40	30-40	15-30	15-30
O ₂ (mg/l)	0	0	0	0	0
	0	6	10	8	12
pH		8-9.50	8.0-9.50	8-9.50	8-9.50
Contamination fécale (coliforme)	10 ⁶⁻⁷	10 ⁴	10 ⁴	10 ³	10 ⁰

Source : Laouali M.S,1989. lagunage et aquaculture

3-4 La gestion des eaux usées sur le plan technique

Deux grands groupes de systèmes de gestion des eaux usées existent en Afrique : le système collectif et le système individuel.

3-4-1 L'assainissement autonome

Dans cette classe on retrouve les latrines traditionnelles, les latrines ventilées, les latrines avec chasse manuelle et puits perdu, et les fosses septiques, etc. pour ne plus citer que ceux les plus courant dans la ville de Niamey.

3-4-1-1. Les latrines traditionnelles

Il faut comprendre par latrines traditionnelles un ensemble d'une fosse d'aisance au dessus de laquelle repose une dalle en matériaux divers et une superstructure en matériaux plus ou moins améliorés (bois de rônier, vieilles tôles, troncs d'arbres moyens etc.). La dalle est en général munie d'un trou de défécation.

On voit ici que l'utilisation de l'eau pour le nettoyage anal est limitée au strict minimum du fait de la qualité du dalle et de la fosse. Les matériaux de nettoyage les plus fréquemment utiliser sont les tiges de mil ou de sorgho.

3-4-1-2. Les latrines ventilées

Les latrines ventilées différent des latrines traditionnelles par le fait qu'elles possèdent un long tuyau vertical de ventilation qui porte une grille anti-insectes à son sommet. Les excréta sont reçus directement dans la fosse .

3-4-1-3. Latrines à chasse manuelle

Elle comprend une cuvette, un siphon hydraulique à faible volume d'eau, un regard pour les eaux ménagères, deux puits perdus avec un regard de répartition. Les excréta sont déposés dans la cuvette puis évacués par un faible volume d'eau versé à la main à travers la conduite de liaison menant aux fosses. La cuvette est nettoyée après chaque usage. Une réserve d'eau crée un siphon hydraulique contre les odeurs et les insectes. L'effluent liquide doit s'infiltrer dans le sol à travers les parois de la fosse¹¹.

3-4-1-4. Fosses septiques

La fosse septique « toute eau » possède en général deux à trois compartiments dont la profondeur moyenne varie de deux à trois mètres. La collecte, la décantation et la digestion des eaux usées et des excréta est assurée par le premier compartiment. Quant au second il sert de zone tampon des eaux partiellement traitées avant leur rejet. Ces eaux arrivent dans une zone d'infiltration constituée des canaux en PVC de diamètre d'environ 100 mm. Ces conduites sont déposées à environ 0.50 m de profondeur dans des tranchés d'infiltration remplie de gravier.

L'entretien consiste en une vidange périodique des boues et un nettoyage des parois et des conduites. On constate que le puits perdu n'est pas approprié du fait de l'utilisation de grande quantité d'eau. Il est nécessaire avant de placer les conduites dans les tranchés de connaître la perméabilité du sol.

¹¹ C.TOURE, 1990. technologies appropriées d'assainissement dans les pays en voie de développement.

3-4-1-5. Le milieu naturel

Il ne fait pas partie des ouvrages types évacuation des eaux usées. Cependant, il est sollicité par des personnes ne disposant pas d'ouvrages d'assainissement proprement dit. Ces derniers rejettent leurs eaux usées dans la cour, dans la rue et défèquent dans les espaces libres, les concessions voisines abandonnées, les rigoles, les caniveaux de drainage etc....

Selon une étude réalisée par le bureau d'études DOGARI Ingénierie sur la technologie existante et leur équipement sur une quinzaine de quartiers de Niamey, on a les résultats dans le tableau suivant :

Tableau 14: Technologie existante sur les ouvrages individuels sur une quinzaine quartiers de Niamey

Quartier	Pas de latrines	Latrines traditionnelles	Latrines améliorées	Fosses septiques	Dalles résistantes	Toit	Tuyau
Talladjé et pays bas	7.14%	35.51%	53.17%	3.17%	70.94%	12%	14%
Banifandou	11.35 %	12.77%	56.03%	19.86%	87.23%	28%	13%
Kirkissoye	23.64 %	47.27%	29.09%	-	84.61%	4%	-
Bangabana	15.52 %	13.79%	65.52%	5.17%	93.87%	-	2%
Boukoki 1	6%	12%	82%	-	74%	-	-
Boukoki 2	19.30 %	17.5% ⁴	59.6% ⁵	3.50%	79%	11%	-
Boukoki 3	-	6.67%	93.33%	-	89%	35%	6%
Boukoki 4	3.75%	2.5%	93.75%	-	88%	78%	1%
Golf	-	62.58%	25%	12.50%	50%	25%	25%
Karadjé	6.06%	12.12%	69.7% ¹	12.30%	89%	6%	2%
Zarmagandé	-	62.50%	37.50%	-	34%	-	-
Koirategui	65.67 %	7.46%	26.87%	-	96%	-	-
Lazaret	1.12%	19.10%	79.78%	-	58%	3%	-
Koubia	20%	60%	-	20%	100%	-	-

Source : DOGARI ingénieurs conseils, 1989

3-4-1-6. Vidange et traitement des boues

Parmi les problèmes rencontrés par les populations de la Communauté Urbaine de Niamey figurent celui de la vidange. La vidange se fait de deux manières :

❖ Le système du camion vidangeur

La vidange se fait à l'aide d'une pompe qui aspire les boues. La vidange faite à l'aide des camions vidangeurs de la mairie ou du privé coûte un peu cher chez les ménages à faibles revenus. La municipalité envisage pour ces ménages la vidange à l'aide de charrettes

vidangeurs. Ce sont des charrettes à traction animale transportant deux (2) tonneaux de 0.2 m³ chacun et une moto pompe pour l'aspiration des boues. Les boues sont alors emmagasinées dans les tonneaux (technique qui est entrain d'être vulgarisée), puis ensuite déversées dans un lieu aménagé pour la production du compost.

❖ Le système du vidange manuelle

Cette vidange se fait en deux étapes ; la première qui consiste à creuser un trou manuellement à l'intérieur de la concession ou dans la rue, la seconde qui consiste à transvaser le contenu de la fosse dans le trou. Ce transfert se fait manuellement avec des seaux. On constate dans ce cas de vidange que le contact avec les fecès frais est fréquent. Il faut souligner que les excréta transvasés dans l'autre trou ne sont généralement pas couverts immédiatement.

3-4-2 Assainissement collectif

A Niamey, la pollution des eaux du fleuve Niger et des eaux souterraines provient essentiellement des eaux usées domestiques¹². Cette pollution des eaux et la détérioration de l'environnement sont dues au manque d'un système d'assainissement adéquat comprenant soit un réseau d'égouts et une station de traitement des eaux usées soit un système de traitement autonome (traitement in situ).

Il n'existe pas de système d'évacuation et de traitement des eaux usées provenant des zones publiques. Seules certaines institutions parapubliques et privées possèdent des installations pour traiter leurs eaux usées. Cependant, beaucoup de ces installations ne sont pas opérationnelles ou mal exploitées.

Selon le schéma directeur du réseau d'assainissement établi par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale, la ville de Niamey est partagée en 15 zones d'assainissement. Dans le centre ville, un réseau de drainage des eaux de pluie existe déjà, un réseau unitaire (drainant à la fois les eaux usées et les eaux de pluie dans un même canal) est recommandé pour cette zone. On a prévu une dérivation à partir du réseau existant pour collecter uniquement les eaux usées. L'utilisation du réseau existant permettra de diminuer considérablement les coûts de construction.

¹² B. HAMADOU, 2001. La qualité des eaux du fleuve

Un réseau séparatif (drainant les eaux usées et les eaux de pluie dans les conduites différentes) sera prévu pour les zones où le réseau de canaux n'existe que partiellement ou pas du tout comme pour le cas des futures zones résidentielles de la ville.

Selon cette étude la quantité des eaux usées à évacuer dans la ville de Niamey est de 41400 m³/j (valeur moyenne journalière) et de 53800 m³/j (valeur maximale journalière). La capacité de drainage des eaux pluviales du réseau existant a été vérifiée, elle est insuffisante, ainsi il est prévu des canaux supplémentaires le long du système existant et, dans les zones où il n'en existe pas, un nouveau canal de drainage est planifié.

Pour les zones où un système unitaire est prévu, des collecteurs sont envisagés pour acheminer les eaux usées et eaux pluviales dans le réseau et vers la station de traitement. Pour le cas des zones à réseau séparatif, de nouvelles conduites de drainage des eaux usées sont prévues, en plus du réseau pluvial existant.

Chacune des 15 zones d'assainissement sera équipée d'une station de traitement des eaux usées. Les emplacements des stations de traitement ont été choisis pour permettre au maximum l'écoulement gravitaire des eaux usées. Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 15.: Quantification des eaux usées dans la ville de Niamey

N°	Zone d'assainissement	Débit max. d'EU (m ³ /j)	Capacité de traitement (m ³ /j)	Procédé de traitement
1	Plateau I	1470	1600	UASB
2	Issa beri	980	1000	UASB
3	Deizebon	2480	2500	UASB
4	Gamkallé	8000	8000	UASB
5	Yantala	3260	3500	UASB
6	Kouara Kano	1540	1600	UASB
7	Dar es salam	5810	6000	UASB
8	Kouara me	7180	8000	UASB
9	Banifandou	4950	5000	UASB
10	Talladjé koado	3300	3500	UASB
11	Industrielle	3020	3500	UASB
12	Karadjé	4270	5000	UASB
13	Banga bana	4280	5000	UASB
14	Aéroport	3290	3300	Bassin de stabilisation

Source : Rapport définitif de JICA, septembre 2001.

En annexe de cette étude, la coopération japonaise a réalisé et mis en œuvre deux installations pilotes de traitement :

3-4-2-1. Station USAB

C'est une station pilote de capacité de traitement de 100 m³/j qui fonctionne d'après le procédé de traitement UASB (abréviation anglaise signifiant « Alimentation par le dessus à travers un lit de boue anaérobie. » Ce procédé a été déjà testé avec succès en Inde et en Colombie et fournit des résultats d'abattement de pollution satisfaisants.

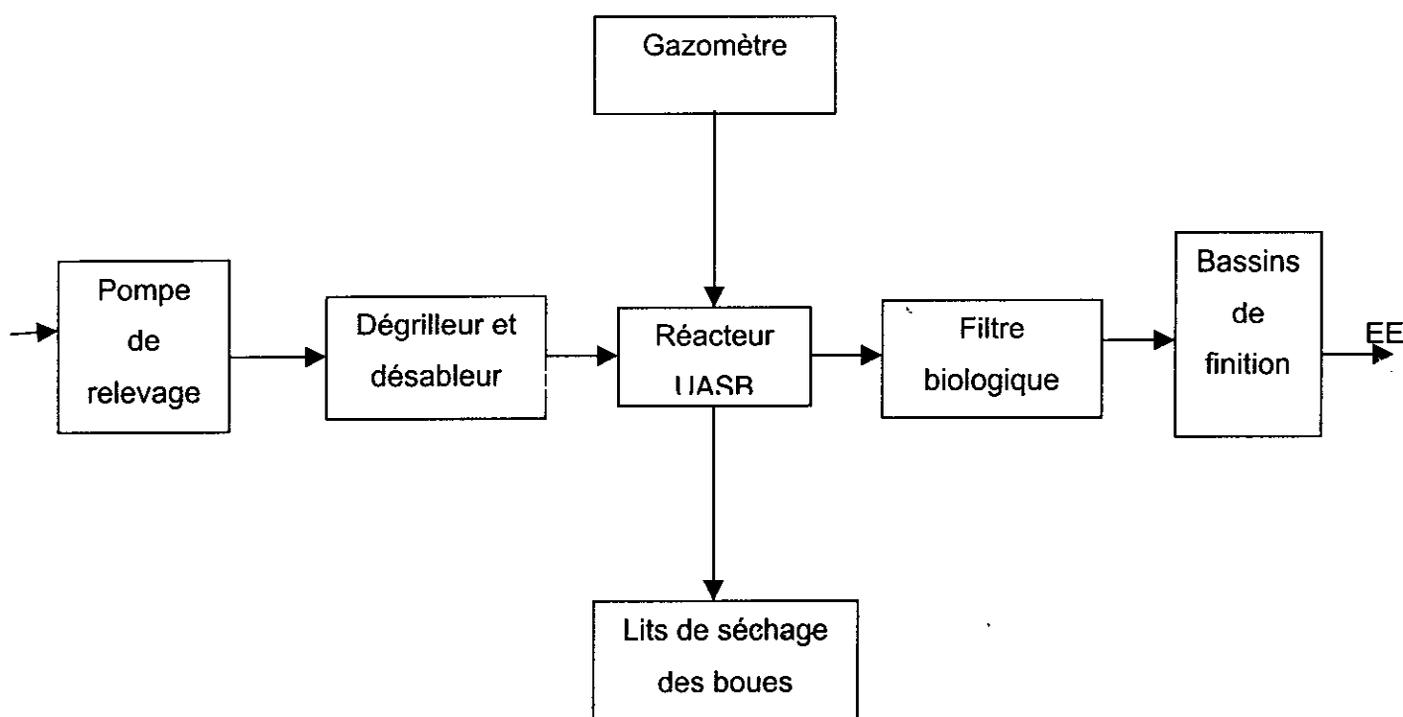
Les avantages de ce procédé sont multiples :

- ❖ faible consommation en énergie par rapport aux procédés classiques ;
- ❖ la production du gaz méthane qui peut être utilisé pour alimenter la station ;
- ❖ exploitation et entretien faciles des éléments de la station tels que la gestion des boues, l'entretien des bassins écologiques ;

- ❖ faible coût de construction et d'exploitation plus faible de 30% comparativement à un système à boues activées.
- ❖ surface de terrain nécessaire plus petite que celle d'une station à boues activées d'une capacité équivalente.

Cependant ce procédé présente des inconvénients sur les performances épuratoires microbiologiques. En effet d'après les résultats des analyses effectués au niveau de la station pilote le rendement sur le plan microbiologique n'a jamais dépassé 50% [Analyse au laboratoire de l'UAM, 2001] .

Figure 1:SCHEMA EN LIGNE STATION PILOTE USABE DE NIAMEY



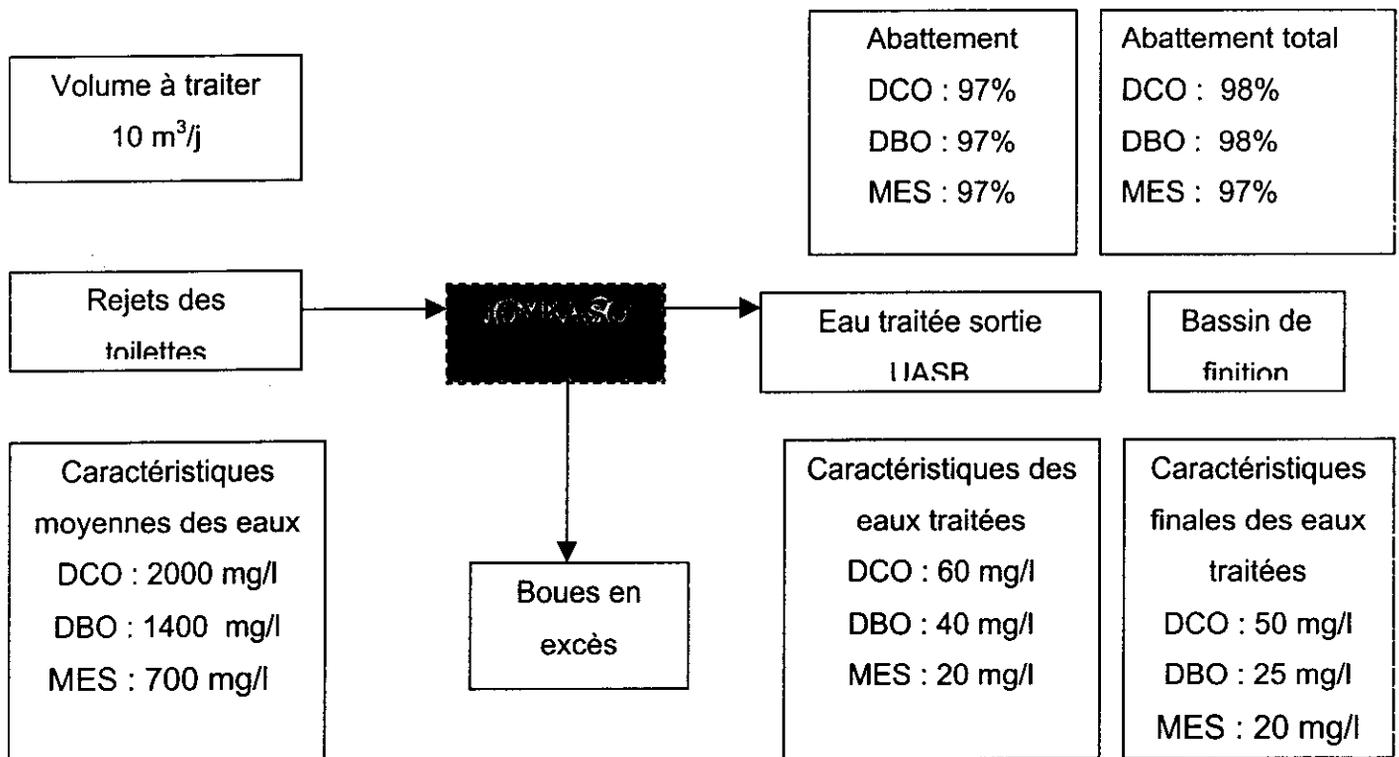
Source : Rapport définitif de la JICA, septembre 2001

Il permet un abattement important de la pollution ;

- ❖ l'installation du matériel est très simple ;
- ❖ les fluctuations de débits à l'entrée sont aisément absorbées.
- ❖ l'exploitation et l'entretien sont faciles ;
- ❖ il ne nécessite pas d'évacuation fréquente des boues.

On peut envisager de fabriquer cette station à Niamey au niveau des différents établissements en utilisant le polyster renforcé fibres de verre ou le béton armé pour la superstructure, des panneaux métalliques comme cloison de séparation, décanteur, bac de désinfection et canal de sortie des effluents.

Figure 3:PERFORMANCES DE LA STATION PILOTE JOYKASO DE NIAMEY



Source : Rapport définitif de la JICA, septembre 2001

3-4-2-3. Les problèmes rencontrés dans la gestion des eaux usées à Niamey.

- ❖ Les risques environnementaux

Parmi les problèmes rencontrés par les populations de la ville de Niamey figurent la pollution due à une gestion anarchique des eaux usées dans la ville. En effet 80 % des ménages se débarrassent de leurs eaux ménagères dans la rue, où elles finissent par s'évaporer en déposant les détritiques qu'elles contiennent. Les eaux vannes (c'est à dire les excréments humains) posent un problème plus grave. En dehors des quartiers modernes, peu de maisons sont équipées de fosses septiques. Pour les quartiers où ces ouvrages n'existent pas (zones périphériques et anciens quartiers), les eaux usées sont soit évacuées par des puisards soit tout simplement déversées dans la rue, générant ainsi des nuisances aux populations.

Les eaux pluviales, les eaux usées domestiques, les fosses des latrines et leurs boues de vidange, les ordures ménagères sont les principales sources de pollution des eaux souterraines et aussi des eaux du fleuve. Les eaux du réseau de distribution ne sont pas épargnées car les canalisations passent fréquemment dans les fosses septiques à la devanture des habitations.

Suivant l'étude de base faisant état de la pollution dans la ville de Niamey sur les établissements dangereux, insalubres et incommodes (EDII, CEH-SIDI,2000) cité par CEREVE-KRB, on a dénombré en 1992, 431 établissements classés à Niamey soit 58 % de l'ensemble des établissements Nigériens : 161 garages, 159 ateliers de menuiserie métal et bois, 23 usines, 7 salles de cinéma, 27 boulangeries, 17 imprimeries, 33 stations service, 4 dépôts d'hydrocarbures. Parmi ces 431 établissements 10 ont véritablement un caractère industriel : abattoir frigorifique ;Braniger ;Olani ;Labocel ;ONPPC ;SPCN ;Dépôts d'hydrocarbures ;Nigelec ;ENITEX ;Tannerie.

En plus de ces 10 établissements, il existe 4 établissements classés : les deux hôpitaux, l'Université, l'hôtel Gaweye. Ces 14 établissements et assimilés sont des sources potentielles de pollution des veaux du fleuve et des eaux souterraines. La plupart de ces établissements rejettent les eaux usées dans le fleuve sans traitement.

Il faut aussi noter l'existence de nombreux cimetières sauvages qui constituent une source de pollution surtout quand ils ne respectent pas les conditions d'assainissement (profondeur minimum de la fosse : 1.5 m).

Les établissements publics (mosquées, églises, cinémas, stades, écoles, grands édifices, marchés) par leurs latrines et puisards lorsqu'ils existent, polluent la nappe également car ces ouvrages manquent d'entretien.

Plusieurs études effectuées sur les puits et forages dans la Communauté Urbaine de Niamey ont montré qu'ils sont contaminés [HOUSSIER, 1999]. L'étude du BRGM 1986 sur quinze forages a montré qu'au niveau de onze (11) forages la norme en nitrates est dépassée. On note aussi une forte pollution bactériologique (streptocoques fécaux, coliformes fécaux, et autres indicateurs de contamination fécale). Cette étude a aussi montré que ces pollutions chimiques et bactériologiques sont étendues à toute la nappe.

❖ Risques sanitaires

A Niamey, un certain nombre de maraîchers utilisent les eaux polluées pour arroser leurs légumes, y compris ceux susceptibles d'être consommés crus. Les agents pathogènes contenus dans ces eaux peuvent survivre suffisamment dans l'eau, dans le sol, et dans les plantes. Cette pratique fait potentiellement courir des risques sanitaires, en particulier aux exploitants agricoles leur famille et les consommateurs. Le potentiel de risques sanitaires associés à l'utilisation des eaux usées en agriculture est bien reconnu [CISSE, 97], et des directives sanitaires existent. Cependant, le contrôle de l'utilisation des eaux usées utilisées en agriculture fait défaut à Niamey.

La pratique de vidange manuelle comporte beaucoup de risques sanitaires. En effet les vidangeurs courent beaucoup de risques car ceux-ci ne disposent pas de matériels de protection (gants, bottes, casques, masques). Par ailleurs cette technique permet aux vecteurs (mouches, rats et insectes) d'être en contact avec les excréta constituant une chaîne de transmission pour l'homme.

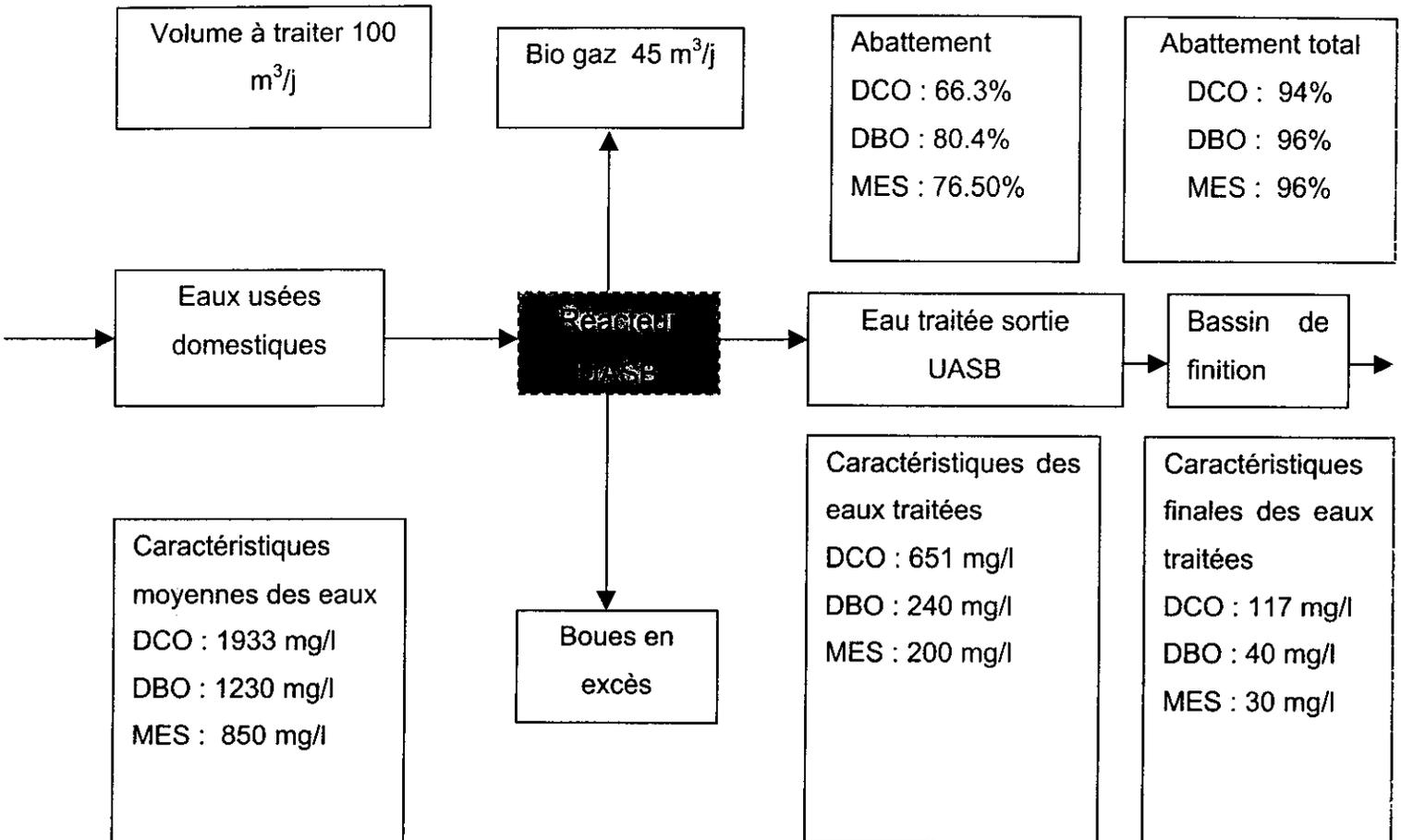
3-4-2-4. La réutilisation des eaux usées en agriculture urbaine dans la ville de Niamey.

3-4-2-4-1. Généralités sur la réutilisation des eaux usées

Dans les régions arides et semi-arides, la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation se développe de plus en plus [CISSE, 97]. A partir des usines, des ménages, des marchés, etc.... les eaux usées débouchent dans les rues, les lits de rivières, les canaux d'eaux pluviales, ou dans des stations d'épuration non fonctionnelles. C'est généralement autour de ces eaux usées, plus ou moins stagnantes, que les sites de marécage sont créés par des populations pauvres des zones périurbaines.

La pratique de la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation est très largement répandue dans le monde ; elle existe aussi bien dans les pays développés que dans les pays en

Figure 2: PERFORMANCES DE LA STATION PILOTE UASB DE NIAMEY



Source : Rapport définitif de la JICA, septembre 2001

3-4-2-2. Station Joykaso

La seconde station appelée « Joykaso » au Japon est une micro station conventionnelle complétée par un bassin de finition « écologique. » Ce type de station est particulièrement utilisé au Japon dans les régions où un réseau d'évacuation des eaux usées n'existe pas. La capacité de cette station de traitement est de 10 m³/j, alimentée par les toilettes de l'école primaire Banda bari II située dans la commune II.

C'est un équipement conventionnel compact de traitement des eaux usées in situ.

développement. Certains auteurs trouvent même que « l'eau est une ressource trop rare pour n'être utilisée qu'une fois avant d'être rendue à la nature... » (Sand Berg H, 1992).

De nombreux pays ont adopté la réutilisation des eaux usées sur des exploitations agricoles depuis longtemps : Royaume-Uni dès 1865, Etats unis d'Amérique dès 1871, Allemagne dès 1876, Inde dès 1877, Australie dès 1893 et en Mexique dès 1904 [BONDON, 1994].

3-4-2-4-2. La réutilisation des eaux usées dans le cadre de maraîchage

L'irrigation avec les eaux usées dans la ville de Niamey est une activité qui se pratique le long d'un canal allant du grand marché de Katakou jusqu'au fleuve Niger. Cette activité est pratiquée par des familles des quartiers pauvres périurbains de la ville, mais aussi par des jeunes qui ont quitté leurs villages pour la recherche des conditions de vie meilleures en ville. Le maraîchage avec les eaux usées se pratique toute l'année sur une superficie d'environ 30 ha, ce qui représente un peu moins de 6 % de la superficie totale qu'occupe le maraîchage dans la ville de Niamey.

3-4-2-4-3. La qualité des eaux usées utilisées dans le cadre de maraîchage

On peut classer les constituants des eaux usées en deux catégories : Des constituants « néfastes » (germes pathogènes, les micro polluants organiques, les métaux lourds et les matières en suspension) et des constituants bénéfiques enrichissant les sols pour des teneurs limitées (matières organiques et éléments fertilisants). L'exposition des risques sanitaires est maximale aussi bien pour les exploitants agricoles que pour le consommateur. Aussi les sols sableux de cette région favorisent une infiltration des polluants et surtout de l'azote nitrifiant vers les eaux souterraines. Plusieurs puits ont atteint un niveau de pollution nitrique élevé et l'eau est devenue propre à la consommation (BGRM, 1986).

**PARTIE 3: Généralités sur les différents systèmes
d'épuration**

1 Les procédés adaptés à l'épuration collective

1-1 Boues activées

1-1-1 Historique

Les premiers essais qui conduiront au développement des systèmes à boues activées sont menés à partir de 1885 en Europe et de 1890 aux états unis.

En 1912 fut né le principe de recyclage des boues au niveau de la station d'épuration de Manchester en Angleterre. En 1914, le procédé à « Boues activées » était né. Les unités de traitement en grandeur réelle ont vu le jour en Europe et aux états unis.

En 1930, la question du besoin en oxygène dans le traitement devint le principal sujet du développement jusqu'au début des années 1950. Dans ces mêmes années, le système à forte charge apparurent et entraînèrent avec eux le développement de système d'aération de grande capacité et à haut rendement.

Dans les années 1960-1970, l'apparition du système à très faible charge qui produit des boues plus stabilisées moins nuisantes trouva un terrain d'application très large pour les petites collectivités urbaines.

Depuis les années 1980, les procédés à Boues activées n'ont plus seulement l'ambition d'éliminer la DBO de l'eau usée mais aussi l'azote et le phosphore.

1-1-2 Procédés de Traitement

Les procédés sont multiples mais répondent en général au schéma suivant :

L'eau brute, donc très chargée arrive dans un décanteur primaire où elle se débarrasse d'une partie de sa pollution par simple décantation ; ensuite après avoir été ainsi « allégée », elle pénètre dans le bassin d'activation où l'oxygène nécessaire aux processus d'oxydation est introduit par des diffuseurs. Enfin, avant d'être restitué au milieu naturel, l'eau subit une seconde décantation dans un décanteur secondaire, opération au cours de laquelle elle peut éliminer la biomasse formée ainsi que la fraction de la pollution emprisonnée par les flocons qui sont formés. Divers dispositifs de retour et de traitement des boues formées existent.

1-2 Lits bactériens

Cette technique consiste à faire supporter les micro-organismes épurateurs par des matériaux poreux. L'eau à traiter est dispersée en tête de réacteur et traverse le garnissage et peut être reprise pour une recirculation.

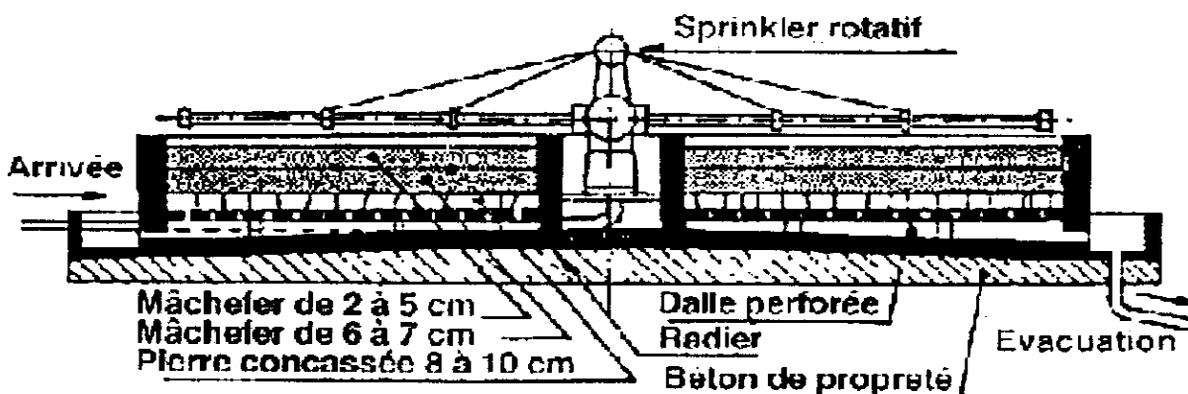
La surface d'encombrement au sol est limitée, et le coût en énergie peu élevé. Néanmoins, elle nécessite des volumes réactionnels importants et entraîne l'élimination d'odeurs.

Dans les lits bactériens (ou filtres bactériens), la masse active des micro-organismes se fixe sur des supports poreux inertes ayant un taux de vide d'environ 50 % à travers lesquels on fait percoler l'effluent à traiter. En plus du lit bactérien, le procédé met en œuvre un clarificateur où l'eau épurée est séparée de la culture microbienne. Dans un premier temps, l'effluent est reparti aussi uniformément que possible (Dispersion en pluie par une grille de répartition rigoureusement plane) à la surface du filtre. Le procédé comporte ensuite deux phases : la phase d'aération et la phase de décantation.

L'entrée de l'effluent se fait toujours à la partie supérieure et l'évacuation (après une éventuelle recirculation) par le fond car, en aucun cas, le massif filtrant ne peut être noyé (arrêt de la fonction aérobie).

De ce fait, son utilisation présente un inconvénient majeur en ce sens qu'elle abaisse fortement la côte du point de sortie de l'effluent (au moins 1 m). Dès lors, sauf conditions topographiques exceptionnelles, son utilisation sans dispositif de relevage s'avère utopique en vue d'envisager en aval l'installation d'un dispositif d'épandage.

Figure 4; Schéma d'un procédé à lits bactériens



Source : Tiré sur Internet (site www.cum.qc.ca)

1-3 Le lagunage

La crise économique et la prise de conscience de potentialités nouvelles (technologies, valorisation aquacole et agricole etc....) sont autant des phénomènes qui concourent à faire redécouvrir les richesses de la nature et l'aide qu'elle peut nous apporter pour résoudre certains problèmes et en particulier celui des traitements des eaux résiduaires.

1-3-1 Historique

Depuis l'antiquité la chine, la Grèce antique et la Silice utilisent les phénomènes d'auto épuration qui s'établissent naturellement dans les mares et les étangs pour l'élevage des poissons¹³.

En 1901, la ville de San Antonio, au Texas aménagea un lac artificiel de 275 hectares. Ce bassin, connu aujourd'hui sous le nom de « lac Mitchell » est toujours en service.

A partir de 1920, on assista à un large développement du lagunage à travers le monde (Etats unis, Canada, Australie, suède ...). Toutefois, pour la construction des différents bassins, il n'y avait aucun calcul, aucune étude préalable. Ce qui favorise la présence d'odeurs, des moustiques ...

Depuis les années 1950, des études et recherches réalisées sur les sites existants ont permis de mieux comprendre le fonctionnement de ces écosystèmes et de proposer des dimensionnements plus cohérents.

En 1960, à l'Université de Berkeley en Californie, W.J Oswald a construit pour la première fois une lagune dite à « haut rendement » où l'épuration des eaux usées est consécutive à une culture intensive d'algues. Depuis ce système mettant en jeu l'action associée des algues et des bactéries a attiré l'attention de nombreux pays un peu partout dans le monde. Thaïlande, Australie, Israel , France.

En 1995, une installation d'une capacité de 5000 équivalents habitant a vu le jour à Mèze en France.

Les états unis détiennent le plus grand nombre d'installations de lagunages : En 1962, on comptait déjà 3250 et plus de 7500 en 1984, dont la moitié traite des eaux domestiques, le reste les rejets industriels. En Afrique du sud, en Australie (à Melbourne, des bassins ont été construits à partir des étangs naturels), en Nouvelle Zélande (où se trouve l'installation

¹³ D. BONDON, 1994. Le lagunage écologique

la plus vaste à Auckland : 510 hectares), en Israël, en Inde, en Afrique, en Europe, le lagunage est appliqué avec succès.

1-3-2 Lagunage naturel à microphytes :

Le lagunage naturel à microphytes est un procédé de traitement des eaux usées où existent des cycles biologiques complexes au niveau des eaux et des boues à l'interface eaux-sédiments.

En lagunage naturel, l'oxygène provient également de la photosynthèse des micro algues. A l'arrivée des effluents dans le premier bassin, on constate un dépôt important de sédiments (anaérobie) qui provoque surtout en période estivale des phénomènes de relargage des boues à la surface.

Les facteurs climatiques lesquels ont une importance prépondérante dans le fonctionnement des lagunes et deviennent malheureusement moins favorables sous le climat tropical [MOREL, 98] :

- ❖ la température est élevée : Elle agit directement sur les vitesses de réactions biochimiques et a une forte influence sur le rendement global.
- ❖ le vent est violent à certains saisons : s'il est nécessaire pour le brassage des eaux en surface pour éviter une stratification trop importante, il favorise le transport des poussières et l'évapotranspiration de l'eau ;
- ❖ le temps de séjour est long : Il est sous climat tropical de 20 à 30 jours si bien que la surface occupée par le système est importante ;
- ❖ l'oxygène dissous varie entre le jour et la nuit : L'oxygène dissous suit un cycle où il monte le jour et baisse la nuit. Si compte tenu des conditions climatiques, cet oxygène est totalement consommé la nuit et arrive à zéro, toutes les micro algues vont mourir ainsi que la zooplancton et le cycle ne pourra pas redémarrer ; C'est le phénomène d'eutrophisation, les eaux ne sont plus épurées, les fermentations deviennent en anaérobies et développent des mauvaises odeurs (H_2S , NH_3 ... et ses dérivés) ;
- ❖ l'envasement des bassins est inéluctable : la production d'algues y_a , en kg/ha/j est liée directement à la luminosité par la relation : $y_a = 0.125 \cdot n \cdot I$ avec I l'intensité de l'énergie lumineuse en $cal/cm^2/j$, n le rendement de la conversion de la lumière ($0.5 < n < 0.6$) relation d'Oswald (1963) citée par GLOYNA (1972). Nous constatons que le développement des algues va être très important en surface et les nouvelles algues vont pousser les anciennes vers le fond où, faute d'oxygène, elles vont mourir. Ceci

provoque la formation des boues et le relargage des sels minéraux. L'envasement des bassins est inéluctable ;

- ❖ la réutilisation des eaux épurées pose parfois des problèmes : A la sortie du lagunage, les eaux épurées sont débarrassées en partie des matières et ont une épuration bactérienne satisfaisante mais elles sont très chargées en micro algues vivantes et mortes et en sels minéraux [MOREL,98]. La réutilisation est donc problématique pour l'irrigation restrictive et la recharge des nappes puisque ces eaux colmatent les systèmes d'irrigation et les sols par leurs matières en suspension.

1-3-3 Lagunage naturel à macrophytes

Le lagunage à macrophytes se situent en général en position finale d'un système épurateur lagunaire¹⁴.

Les macrophytes utilisés sont des plantes immergées ou émergées, flottantes ou enracinées. Ils servent de support à une culture fixée pour optimiser l'épuration des eaux usées.

Parmi les macrophytes plantés on peut citer :

- ❖ les scribes vivant dans des bassins où la hauteur d'eau est élevée mais sont peu résistants aux fortes charges organiques ;
- ❖ les phragmites (roseaux) sont très résistants, mais leur croissance et leur densité décroissent avec la profondeur de la lame d'eau ;
- ❖ les typhas (massettes) sont bien adaptés aux zones aquatiques peu profondes et tolèrent les charges organiques relativement élevées.

Les principaux macrophytes flottants sont les suivants :

- ❖ les lentilles d'eau (lemma minor) ;
- ❖ les jacinthes d'eau ;
- ❖ le pistia stratiotes qui est une plante aquatique qui prolifère mieux dans les milieux pollués.

Le traitement est aérobie autour des plantes ; les décomposeurs anaérobies du fond produisent des bulles de biogaz qui adhèrent aux particules organiques en suspension dans l'eau, les allègent et les font remonter à la surface où elles sont piégées dans les racines des plantes. Ces dernières libèrent suffisamment d'oxygène par leurs racines, leurs feuilles en

¹⁴ D.BONDON, 1994. Le lagunage écologique

contact avec l'eau pour que vivent dans leur entourage des bactéries aérobies et des invertébrés qui se nourrissent de la boue organique pour la transformer en sels minéraux. Ces sels minéraux servent au développement des plantes.

Les avantages du lagunage macrophytes par rapport à lagunage microphytes sont multiples et nous pouvons citer entre autres :

- ❖ les bactéries anaérobies produisent des micro bulles de biogaz qui font remonter les boues à la surface, ce qui évite le curage périodique des bassins ;
- ❖ la croûte du décanteur digesteur et la culture des plantes empêchent la propagation des odeurs ;
- ❖ le temps de séjour de 8 à 10 jours, offre une surface occupée par le système à macrophytes est 3 à 4 fois inférieure à celle occupée par un lagunage à microphytes.
- ❖ la culture serrée des plantes empêche le développement des algues et supprime le risque d'eutrophisation ;
- ❖ la production de la biomasse permet de multiples valorisations dans les secteurs agricoles d'élevage et de la pisciculture ;
- ❖ les eaux épurées sont débarrassées de leurs matières en suspension et ne colmatent pas les sols et les systèmes d'irrigation dans leurs réutilisations.

1-3-4 Lagunage aéré

Contrairement au lagunage naturel où l'oxygène est fourni par la photosynthèse et le transfert à l'interface eau-atmosphère, dans le cas du lagunage aéré l'oxygène est produit artificiellement (aérateurs mécaniques, inflation d'ai...)

A la différence des boues activées, il n'y a pas de recirculation de la culture bactérienne.

C'est un procédé intermédiaire entre le lagunage naturel et les procédés biologiques traditionnels. Le traitement se compose de deux types de lagunes :

- ❖ La lagune d'aération dans laquelle se produit l'oxygénation et la dégradation de la matière organique admise ;
- ❖ La lagune de décantation où les matières en suspension décantables se séparent de l'eau épurée.

1-3-5 Le lagunage mixte

Le lagunage mixte regroupe une partie composée de microphytes et une partie plantée en macrophytes. La partie macrophytes se situent en général en position finale.

1-4 Comparaison des différents procédés d'épuration collective

Le but de traitement des eaux usées par la meilleure technique d'épuration est de permettre le maintien des activités préalables dans ce milieu et si possible d'améliorer globalement l'environnement existant. Le choix de cette technique sera réalisé à partir de :

- ❖ l'appréciation des caractéristiques du milieu récepteur avec rejet de l'effluent traité ;
- ❖ la prévision de l'incidence d'un rejet à partir des hypothèses d'épuration retenues.

le tableau suivant permet l'analyse du choix technique et du degré d'épuration nécessaire en fonction du milieu récepteur et des conditions de rejet.

Tableau 16. *L'analyse du choix technique et du degré d'épuration nécessaire en fonction du milieu récepteur et des conditions de rejet.*

Milieu récepteur	Conditions de rejet	Degré d'épuration	Remarques
Sol	Terrain filtrant perméable	Élimination des Matières en suspension	Epannage Souterrain
	Terrain fissuré	Élimination des éléments Fertilisants et des germes Pathogènes	Degré d'élimination défini par la Dilution du rejet
Eaux douces	Rivières	Élimination de la matière Organique	Risque d'accélération de l'eutrophisation du milieu rejet direct A proscrire, Nécessité de passer par un sol filtrant reconstitué
	Lacs et étangs	Élimination des éléments Fertilisants	Risque d'accélération de l'eutrophisation du milieu
	Protection normale	Élimination des matières En suspension	Élimination poussée des matières flottantes
Mer	Protection renforcée (baignade-conchyli-culture	Élimination des germes pathogènes	Nécessité d'une épuration fiable (procédé extensif)

Source : Le lagunage écologique, Daniel BONDON, 1994

1-4-1 Critères de Choix du procédé d'épuration collective

Les critères pour le choix d'une technologie sont relatifs :

Aux caractéristiques des eaux usées, à l'exploitation et à l'entretien plus ou moins faciles, à la protection du milieu récepteur , aux conditions économiques.

Le tableau suivant résume les principaux éléments du choix d'un procédé d'épuration pour les collectivités.

Tableau 17: les principaux éléments du choix d'un procédé d'épuration pour les collectivités.

Éléments D'appréciation	Caractéristiques de l'effluent brut		Construction		Données économiques		Qualité de L'épuration		Appréciation globale	
	Dilution	Pointes de pollution	Facilité de mise en oeuvre	intégration	investissement	exploitation	performance	fiabilité		
Epuration physique	Bonne	Moyenne	Médiocre	Médiocre	Médiocre	Bonne	Bonne	Médiocre	Bonne	Sujet souvent suffisant pour les très petites installations avant rejet dans le sol.
Epuration physico- chimique	Mauvaise	Bonne	Moyenne	Moyenne	Mauvaise	Mauvaise	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Ne se justifie que dans le cas d'utilisation temporaire (camping...)
Biologique, cultures fixées (lits bactériens)	Bonne	Médiocre	Mauvaise	Mauvaise	Médiocre	Bonne	Moyenne	Bonne	Bonne	Facile à exploiter comportant peu d'organes mécaniques
Biologique, cultures libres (boues activées)	Médiocre	Médiocre	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise	Bonne	Médiocre à Bonne	Médiocre	Implique une exploitation délicate te coûteuse en sous-charge. Ne se justifie que dans le cas des milieux récepteurs très exigeants
Biologique extensif, lagunage	Bonne	Bonne	Moyenne	Moyenne	Bonne	Bonne	Moyenne à bonne	Bonne	Bonne	De très loin le mieux adapté lorsque la surface à sa mise en œuvre sont disponibles

Source : le lagunage écologique, Daniel BONDON, 1994

1-4-2 Les éléments de comparaison entre les différents procédés

Les éléments de comparaison entre les procédés classiques d'épuration et le lagunage sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 18: Les éléments de comparaison entre les procédés classiques d'épuration et le lagunage

Procédé d'épuration	Procédés classiques		Lagunage		Lagunage aéré
	Boues activées	Lits bactériens	Lagunage naturel (complet)		
			A microphytes	A macrophytes	
Principe de l'épuration eaux	Biologique aérobie	Biologique aérobie	Biologique aérobie	Biologique aérobie	Biologique aérobie
Etat de culture	Libre-floculée	Fixée sur un support	Libre peu flocule	En partie fixée sur support	Libre peu floculée
Temps de séjour dans les bassins	Quelques heures à quelques jours	Quelques minutes à quelques heures	> 2 mois	> 2 mois	> 2 semaines
Contrôle de la culture	Enrichissement par recyclage contrôle artificiel	Autorégulation	Autorégulation	Autorégulation	Autorégulation
Mode de fourniture d'oxygène	Aération mécanique	Aération par ruissellement	Fourniture par les algues	Fourniture par les plantes	Aération mécanique
Boues-âge de la culture bactérienne	1 à 30 jours	Quelques jours	2 mois	Plusieurs mois	3 semaines
Degré de stabilisation à l'extraction	Variable suivant la charge massique	Très faible	Très important	Très important	Important
Élimination des germes	1 à 2.u.log	1 à 2.u.log	3 à 5.u.log	3 à 5.u.log	2 à 3.u.log

Source : le lagunage écologique, Daniel BONDON, 1994

2 Les procédés adaptés à l'épuration individuelle

Tous les procédés d'épuration des eaux usées qui sont utilisés à l'échelle collective de plusieurs milieu d'habitants, ne peuvent pas être utilisés à l'échelle d'une seule maison habitée souvent par 2 à 5 personnes. Dans le cas des procédés d'épuration individuelle destinés à réduire la pollution en matières organiques biodégradables d'une maison unifamiliale, on recherchera certaines qualités plus que d'autres :

- ❖ en premier lieu, le moindre effort d'entretien ;
- ❖ puis la moindre consommation d'énergie ;
- ❖ le moindre niveau de nuisances olfactives et sonores ;
- ❖ la meilleure performance épuratoire ;
- ❖ et enfin, la meilleure résistance aux variations de débit et de charge polluante.

2-1 Composition d'un système de traitement individuel

Les systèmes de traitement « autonomes » ou « individuels » complets, comprennent : un étage d'épuration et un d'évacuation.

2-1-1 L'étage d'épuration

Il comprend :

- ❖ un stade de prétraitement tel que le dégraissage, le dégilleur et le déhuileur ;
- ❖ un stade de traitement « primaire de décantation » qui est réalisé dans une fosse septique classée réservée aux « eaux sanitaires » ou dans une fosse septique « toutes eaux » ou encore en fosse de décantation spécialement équipée.
- ❖ un stade « secondaire » biologique aérobie, que l'on obtient par passage à travers un lit bactérien à percolation naturelle ou à travers un lit bactérien à recirculation forcée, ou encore dans une micro station d'épuration
- ❖ un stade de stockage et de digestion des boues pour diminuer leur volume et pour espacer les opérations de vidange suffisamment.

2-1-2 L'étage d'évacuation

Ce système comprend :

- ❖ soit une canalisation plus ou moins longue vers une voie d'eau ;

❖ soit un système d'infiltration superficiel (tranchées ou lit en terre) plus ou moins étendu selon la perméabilité réelle du sol en place et les conditions hydromorphiques locales (position de l'eau dans le sol ;Local.) Les systèmes d'infiltration dans le sous sol appelés « puits perdus » et quasi toujours associé à la fosse septique, sont aujourd'hui interdits car, là où le sous sol est suffisamment perméable pour permettre leur efficacité, ils contribuent à infiltrer des matières polluées qui contaminant les nappes acquièrès de diverses manières (germes pathogènes, matières organiques nitrates etc.).

2-2 La fosse septique

La filière qui répond mieux aux critères de qualité du premier alinéa est :

La fosse septique « toutes eaux » largement dimensionné suivi par un préfiltre de « sécurité » appelé parfois de colloïde qui sert de fusible en cas du rejet intempestif de boues, ensuite, un lit bactérien à percolation avec un système de distribution efficace sur tout le support de micro- organismes et une ventilation à tirage naturel efficace, une évacuation en voie artificielle ou naturelle d'eau de surface.

3 Conclusion

En résumé, le choix par une collectivité d'un système d'épuration performant a pour finalité essentielle la protection maximale du milieu récepteur. En outre, quand cela est possible, ce choix doit se porter sur des procédés rustiques, fiables et efficaces et dont l'exploitation est aisée et peu onéreuses.

Les procédés de lagunage répondent particulièrement bien à ces critères et constitueront donc généralement les écotechniques les mieux adaptées à l'épuration des petites et moyenne collectivités.

**PARTIE 4: Valorisation des sous produits de l'épuration
dans la ville de Niamey**

1 Présentation du projet pilote de Niamey

Le projet de l'Université Abdou Moumouni de Niamey (UAM) s'inscrit dans le cadre du projet de recherche et d'action sur le thème valorisation des eaux usées par lagunage dans les pays en voie de développement, projet financé par la coopération française.

1-1 Objectifs poursuivis par le projet :

Le principal objectif spécifique du projet est de permettre à l'Université de Niamey de disposer d'une unité pilote d'épuration des eaux usées urbaines, qui servira de cadre à une comparaison systématique et précise des rendements épuratoires de différentes filières d'épuration placées dans les conditions identiques de climat et d'alimentation en eaux usées. Elle permettra également de réaliser une épuration effective d'une partie des eaux du campus universitaire. Dans ce projet s'inscrit un volet formation qui doit permettre aux chercheurs nigériens de prendre en main la problématique des eaux usées en milieu urbain sahélien. Il s'agit d'un projet pilote de recherche couplée à une épuration effective des eaux du campus universitaire.

1-2 Les intervenants du projet

Les intervenants sur le projet pilote de l'UAM de Niamey sont l'ONG AQUADEV et l'Université Abdou Moumouni de Niamey.

Les deux parties s'engagent à collaborer, de la manière la plus efficace en vue de réaliser, gérer et assurer le suivi du projet après un accord de la communauté économique européenne pour le cofinancement.

1-3 Bénéficiaires :

Les bénéficiaires sont tout d'abord les chercheurs de l'Université de Niamey, ensuite la cité universitaire dont la station mise en place épure une partie des eaux usées, enfin la ville de Niamey qui bénéficiera des fruits de la recherche. Cette station fait l'objet de plusieurs recherches scientifiques internationales. Dans le cadre de renforcement des liens entre les entités africaines du projet de valorisation des eaux usées dans les pays en voie de développement, des chercheurs de l'EIER collaborent à la station dans le volet expérimental.

1-4 Résultats attendus :

Les résultats attendus à l'issue de cette recherche d'action pilote sont les suivants :

- ❖ une station d'épuration est construite et épure une partie des eaux du campus universitaire de Niamey;
- ❖ deux laboratoires d'analyse des eaux ont été également mis en place, le suivi des filières d'épuration y est effectué depuis mai 1999 ;
- ❖ les essais menés dans la station doivent permettre de mettre au point une filière d'épuration efficace et transposable à plus grande échelle (collectivité, quartier) ;
- ❖ par le travail sur le terrain et dans les laboratoires ainsi que par la formation plus théorique, la méthodologie scientifique importée des pays du Nord et liée à l'épuration des eaux sera transférée à la faculté de l'Université de Niamey.

1-5 Principales activités du projet

1-5-1 Réalisations

Diverses réalisations sont à mettre à l'actif du projet :

- ❖ la station est construite et fonctionne depuis mai 1999 ;
- ❖ les laboratoires sont bien équipés à la fois en matériel et en réactifs ;
- ❖ depuis mai 1999, des essais sont menés sur les différentes filières qui composent la station , une comparaison systématique des performances hydrauliques et épuratoires de ces filières est en cours ;
- ❖ le personnel a été formé et travaille de façon autonome dans la station ;
- ❖ en outre, le projet dispose d'une petite station météorologique ;
- ❖ un bassin de collecte des eaux usées a été construit dans lequel se pratique la pisciculture (élevage de tilapia).
- ❖ un suivi des paramètres de fonctionnement de la station est en cours.

1-5-2 Prévisions

Le projet se propose pour l'avenir de réaliser les activités suivantes :

- ❖ continuer la comparaison systématique des filières de manière à en dégager une ou deux filières qui donnent des résultats significativement meilleurs que les autres ;
- ❖ améliorer de façon continue les protocoles d'analyse en laboratoire ;

- ❖ effectuer des essais de valorisation des sous produits de l'épuration issus de la station dans les domaines de l'agriculture , de la pisciculture etc. ;
- ❖ accroître les échanges sud-sud en associant d'autres scientifiques du projet ;
- ❖ Faire de la station de l'UAM, un centre de référence grâce aux multiples compétences qui s'y côtoient.

2 Résultats de l'étude

2-1 La réutilisation des eaux usées dans l'agriculture urbaine

L'enquête a porté sur 35 maraîchers soit un taux de réponse de 70% sur les 50 maraîchers initialement prévus notre échantillon d'enquête. Ce taux de réponse s'explique par plusieurs facteurs :

- ❖ le calendrier d'arrosage n'est pas la même par tous les maraîchers :il est donc difficile de les trouver tous le même jour ;
- ❖ il arrive qu'un nombre important des maraîchers soit présent, mais compte tenu du temps nécessaire pour chaque entretien, il n'a pas été possible de les couvrir tous pendant les heures d'enquête ;
- ❖ le temps reparti pour cette enquête est trop court (moins de 10 jours).
- ❖ les résultats de cette enquête sont représentés sous formes des diagrammes à l'annexe III.

2-1-1 Contexte général

La situation de la Communauté Urbaine de Niamey (CUN) lui confère 7 à 10 km de bordure du fleuve Niger. Cette situation favorise le développement de l'activité de maraîchage dans cette ville qui compte environ 4900 maraîchers dont 50 utilisent les eaux usées pour l'arrosage de leurs cultures. La zone se caractérise par la présence des sols argileux très riches en humus avec une courte saison des pluies et un fort pouvoir évaporateur de l'air.

La réutilisation des eaux usées dans la Communauté Urbaine de Niamey se caractérise par les aspects suivants :

- ❖ la présence d'une communauté de petits agriculteurs ayant un niveau de technicité moyen mais ayant accumulé une longue expérience en irrigation particulièrement du point de vue de mode de gestion et de partage de l'eau. Ces agriculteurs se trouvent le plus souvent confrontés à un problème de terres le long du fleuve et voient l'opportunité

de mettre en valeur leurs terres situées le long des grands collecteurs là où l'eau coule en permanence ;

- ❖ des sols plus ou moins favorables aux cultures maraîchères (sols argilo-sableux riches en humus et argiles) mais avec un taux d'infiltration plus ou moins élevé.

Les enquêtes menées auprès des agriculteurs concernés ont montré que la majorité pratique l'activité de maraîchage pour les raisons suivantes :

- ❖ Subvenir aux besoins familiaux ;
- ❖ garantir une autoconsommation en certains produits tels que les légumes etc.
- ❖ faire la promotion des cultures maraîchères dans une ville où la demande devient de plus en plus importante ; ;
- ❖ mettre à profit par la valeur des eaux usées dans l'agriculture urbaine afin de compenser le déficit pluviométrique causé par une série de sécheresse dans cette région. Elles constituent une ressource en eau quasi permanente permettant de pratiquer le maraîchage pendant toute l'année.

Selon les enquêtes menées auprès des maraîchers, les eaux usées présentent des avantages mais aussi des inconvénients.

Ainsi les avantages les plus visibles aux yeux des maraîchers sont les suivants :

- ❖ un meilleur rendement des cultures ;
- ❖ un atout financier par la création de l'emploi et de l'accroissement des revenus;
- ❖ la résorption du chômage et l'amélioration de l'état nutritionnel des ménages à travers l'augmentation des rendements des cultures ;
- ❖ cette activité peut être un moyen de lutte contre l'avancée du désert ;
- ❖ les eaux usées urbaines sont gratuites et elles contiennent des éléments nutritifs qui contribuent à l'amélioration des plantes mais aussi à embellir les cultures ;
- ❖ la réutilisation des eaux usées peut être une alternative en cas d'absence d'eau de meilleure qualité.

Parmi les inconvénients de l'utilisation des eaux usées énumérés par les maraîchers nous pouvons citer :

- ❖ le problème d'odeurs qui se vit non seulement au niveau des maraîchers mais aussi au niveau des riverains des champs des maraîchers ;
- ❖ les difficultés de mobiliser les eaux usées issues de la station, notamment par les champs se trouvent un peu éloignés de la source d'approvisionnement ;

- ❖ les eaux constituent un réservoir des germes responsables de certaines maladies très graves chez les promoteurs agricoles et les consommateurs.

2-1-2 Localisation du site de maraîchage

La délimitation de l'aire géographique de l'étude nous a permis de localiser un seul site de maraîchage utilisant les eaux usées. Ce site se situe le long d'un grand collecteur des eaux pluviales (voir le plan et les photos ci-dessous) qui draine en même temps les eaux usées du grand marché, le marché de katako et les quartiers périphériques de ces deux marchés. Le maraîchage avec utilisation des eaux usées est une activité marginale comparée à l'agriculture urbaine dans la ville de Niamey. Cependant dans un contexte de pénurie d'eau cette activité est en voie de se développer. En effet sur 1000 ha de superficies exploitées par 4900 maraîchers à Niamey, seuls 30 ha sont exploités par 50 maraîchers qui utilisent les eaux usées un peu près de 6% des superficies totales de maraîchage.

Cependant le maraîchage avec les eaux usées est une activité qui se développe de plus en plus dans la ville de Niamey du fait de la jonction de plusieurs facteurs :

- ❖ la forte croissance démographique du fait de la forte natalité mais surtout de l'exode rural qui draine les jeunes de leurs villages à la recherche d'emplois etc. ;
- ❖ la demande sans cesse croissante des produits agricoles : légumes, fruits, etc. ;
- ❖ le chômage de plus en plus important qui touche particulièrement les jeunes ;
- ❖ l'implication des autorités à travers la construction des stations d'épuration.

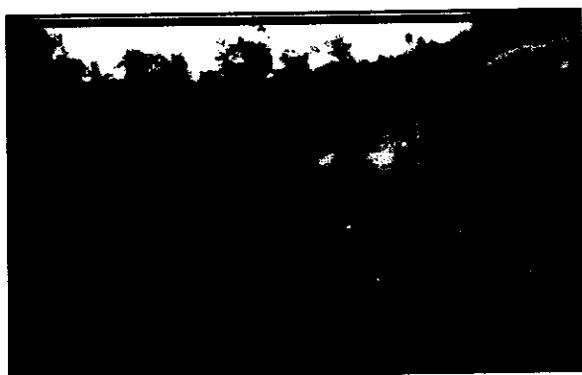
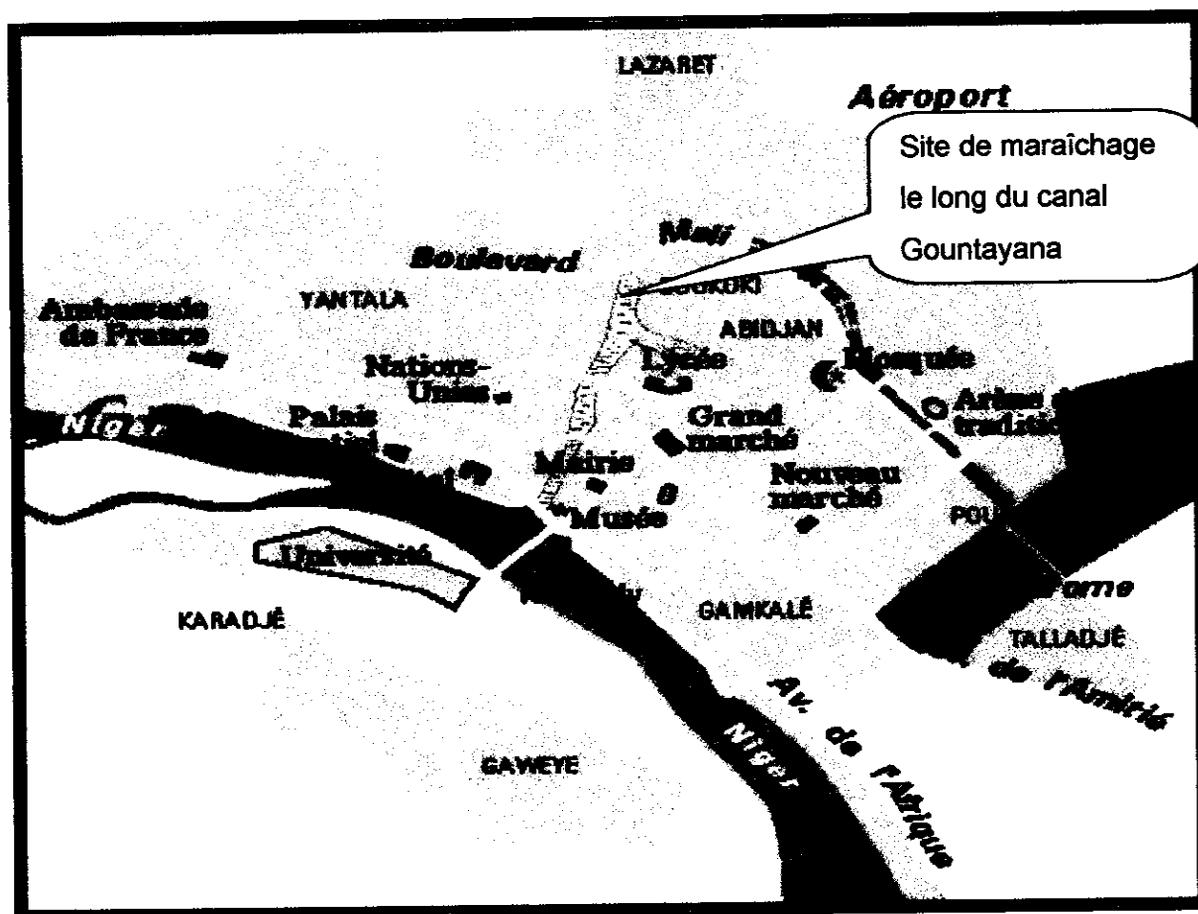


Photo 2: Canal d'eaux usées de Gourtayana



Photo 1: Site de maraîchage



Localisation du canal de Gountayana

2-1-3 Identification du maraîcher

Tableau 19: Identification des maraîchers

IDENTITE			
Sexe	Homme	97.10%	
	Femme	2.90%	
Age moyen		34 ans	
Origine	Nigérien 54.20%	Houassa	2.80%
		Djerma	51.40%
		Peulh	0%
		Touareg	0%
	Burkinabé 45.60%	Tanga	2.80%
		Mossi	37.10%
		Gourmanché	5.70%
Situation matrimoniale	Marié	51.40%	
	Célibataire	48.60%	
	Veuf	0%	
	Divorcé (e)	0%	
Religion	Chrétiens	26.50%	
	Musulmans	73.50%	
	Animistes		
	Autres		
Nombre de femmes	Une	72.20%	
	Deux	27.80%	
Nombre D'enfants	Un	5.60%	
	Deux	11.10%	
	Trois	22.20%	
	Quatre	11.10%	
	Cinq	22.20%	
	Six	5.60%	
	Sept	11.10%	
	Plus de sept	11.10%	

Les résultats de ce tableau montrent que l'échantillon des enquêtés est composé de 97.10 % d'hommes et de 2.90 % des femmes. Cela peut s'expliquer par la simple raison qu'au

Niger, la place de la femme est le foyer, elle doit s'occuper des enfants et de tout ce qui concerne l'entretien de la maison. L'âge moyen des enquêtés est de 34 ans ceci montre une présence considérable des jeunes dans l'activité du maraîchage au Niger. 54.20 % des enquêtés sont des Nigériens contre 45.60 % des Burkinabé. Les Nigériens sont représentés par la présence des ethnies telles que les Djermas (51.40 %) les Houassas (2.80 %) tandis que du côté des burkinabé on retrouve 37.10 % des mossis, 5.70 % des gourmanthés et 2.80 % des tangas. Les enquêtés sont composés de 51.40 % des mariés contre 48.60 % des célibataires et sont en majorité des musulmans (73.50 %) le reste (26.50 %), étant des chrétiens.

L'enquête permet aussi de relever que plus de la moitié des enquêtés mariés ont une seule femme (72.20 %) contre 27.80 % qui en possèdent au moins deux.

2-1-4 Qualification et activités exercées

Le tableau 20 présente le niveau d'instruction des maraîchers et les principales occupations.

Tableau 20: Qualification et activités exercées des maraîchers

Niveau d'instruction	Aucun Niveau	31.40%
	Niveau Primaire	40%
	Niveau secondaire	20%
	Niveau universitaire	0 %
	Ecole coranique	8.60%
Activité principale	Maraîchage	77.10%
	Fonction publique	2.90%
	Menuiserie	8.60%
	Couture	5.70%
	Manceuvre	2.90%
	Apprentissage	2.90%
Activité secondaire	Maraîchage	20%
	Commerce	2.90%
	Plomberie	2.90%
	Aucune	74.30%

Le maraîchage constitue la principale activité pour la plupart des enquêtés (77.10 %), mais une partie des exploitants (22.90 %) l'exercent accessoirement à d'autres occupations

telles que la menuiserie (8.60%), couture (5.70 %) manœuvres et les services (2.90 %). L'exercice de cette activité est justifié par trois raisons suivantes :le chômage (80 %), la faillite dans le commerce (15 %) et l'inaptitude à exercer toute autre activité (5%).

Plus de 60 % des maraîchers sont instruits (40 % de niveau primaire, 20 % de Niveau secondaire) par contre 31.40 % n'ont aucun niveau d'instruction. Mais, compte tenu de l'étrécissement de l'emploi devenu de plus en plus sélectif, des personnes instruites s'orientent de plus en plus vers le maraîchage considéré comme une activité qui ne demande pas de qualification particulière.

2-1-5 Caractéristiques de l'habitat

Tableau 21: Caractéristiques de l'habitat des maraîchers

Localisation par communes	Commune I	85.70%
	Commune II	14.30%
	Commune III	
Localisation par quartiers	Darsalam	2.90%
	Dezeibon	2.90%
	Balaffon	2.90%
	Zongo	11.40%
	Liberté	14.40%
	Lazaré	5.70%
	Boukoki	34.30%
	Mouarey	2.90%
	Plateau	8.6%
	Zouyala	2.90%
	Soni alibert	2.90%
	Yantala	2.90%
	Banifoundou	2.90%
	Combo	2.90%
Statut d'occupation De l'habitat	Propriétaire	37.30%
	Locataire	25.70%
	En famille	37.00%
Moyen de déplacement	A pied	82.90%

Pour venir sur le site	Vélo	11.40%
	Taxi	5.70%
	Autres	
Type de construction	Paillote	8.50%
	Banco simple	80%
	Banco amélioré	2.90%
	Parpaings	8.60%
	Autres	
Type d'ouvrages D'assainissement	Nature	11.40%
	Latrines traditionnelles	82.90%
	Latrines améliorées	5.70%
	Autres	

Il ressort de ce tableau que 85.70 % des enquêtés résident dans la Commune I, contre 14.30 % dans la commune II. La plupart des maraîchers habitent dans des quartiers riverains des parcelles agricoles (34 % sont à Boukoki , 2.90 % à Darsalam, 2.90 % à Dezeibon, 2.90 % à Balaffon, 11.40 % à Zongo, 14.30 % à Liberté, 5.70 % à Lazaret, 2.90 % à mouarey, 8.60 % à plateau, 2.90 % à yantala et 2.90 % à Banifandou). La majorité de ces quartiers sont des quartiers pauvres qui appartiennent à la zone de très bas standing caractéristique des quartiers à habitat spontané de Niamey.

La majorité des maraîchers viennent sur leur lieu de travail à pieds (82.90 %), contre 11.40 % qui utilisent le vélo comme moyen de déplacement. Une minorité prend le taxi (5.70 %).

Les maraîchers habitent dans des maisons construites à 80 % en banco simple, 2.90 % en banco amélioré, 8.60 % en parpaings et 8.50 % en paillote. Ils sont à 25.70 % propriétaires de leurs maisons contre 34.30 % des locataires et 37.10 % qui vivent en famille.

82.90 % des enquêtés ont comme ouvrages d'assainissements des latrines traditionnelles contre 5.70 % qui utilisent des latrines améliorées et 11.40 % qui sollicitent la nature pour leurs besoins. Il ressort de nos analyses que l'activité de maraîchage est pratiquée dans la ville de Niamey par des familles pauvres dont la plupart pratiquent cette activité pour subvenir à leurs besoins de base.

2-1-6 Caractérisation de la parcelle agricole

Tableau 22: Caractéristiques des parcelles agricoles

Mode d'occupation de la parcelle	Achat	2.90%
	Location	60%
	Héritage	37.10%
	Autres	
Prix moyen de location/mois	4000 FCFA	
Durée moyenne d'occupation	14 ans	
Nombre de parcelles de Maraîchers à Niamey	Une parcelle	94.20%
	Deux parcelles	5.80%
Superficie moyenne d'une planche	4200 m ²	
Nombre de personnes Travaillant sur une parcelle	Une	65.70%
	Deux	20%
	Trois	2.90%
	Quatre	5.70%
	Cinq	2.90%
	Six	2.90%
	Plus de six	2.90%
Rémunération des gens qui Travaillent sur les parcelles	Oui	16.70%
	Non	83.30%
Forme de rémunération	Argent	6750 F/mois
	Fruits de la récolte	50%
	Autres	

Dans leur grande majorité (94.20 %) les maraîchers n'ont qu'une parcelle à leur disposition. Certains (5.80 %) en exploitent deux, cependant le mode d'exploitation le plus répandu est la location. Le loyer est de 4000 FCFA/mois par parcelle. Il en existe cependant qui ont acquis l'exploitation par héritage (37.10%) ou par leur propre fonds (2.90%). La superficie moyenne exploitée par maraîcher est de 4200 m² et dépend du statut foncier du site et de l'ancienneté. Il ressort des résultats des enquêtes que les propriétaires possèdent de très grandes superficies (jusqu'à 10000 m²). Il en est de même pour ceux qui exercent l'activité depuis longtemps. Pour ces derniers, repus dans les stratégies de négociation des

terres cultivables, la confiance instaurée entre eux et les propriétaires terriens constitue un moyen d'acquisition des nouvelles parcelles. Le nombre moyen des planches dans une parcelle est d'environ 122 et varie en fonction de la superficie exploitée mais aussi de la taille de la planche.

Les résultats du tableau 22 montrent que 65.70 % des maraîchers travaillent seuls sur leurs parcelles, contre 34.30 % qui sont aidés par d'autres individus. Ces derniers sont pour la plupart des membres des familles des maraîchers (83.30 %). Par contre 16.70 % sont rémunérés, soit avec une somme de 6750 FCFA / mois (50 %) soit avec les fruits des cultures (50 %). La plupart des maraîchers travaillent seuls sur leurs parcelles parce qu'ils n'ont pas les moyens pour employer d'autres personnes. Ainsi, à travers le site d'étude, beaucoup de parcelles restent inexploitées par insuffisance de main d'œuvre.

2-1-7 Les différentes cultures pratiquées

Tableau 23: Les différentes cultures pratiquées par les maraîchers

% des maraîchers qui pratiquent les cultures ci contre.	Chou		100%
	Salade		97.10%
	Epinard		57.10%
	Piment		2.80%
	Oseille		88.6%
	Tomates		22.80%
	Oignon		8.60%
	Aubergines		11.40%
	Carottes		22.90%
Lieu de vente	Sur place		100%
Prix moyen de vente	Par planche	Chou	3600 FCFA/ planche
		Salade	2600 FCFA/ planche
		Epinard	646 FCFA/ planche
		Oseille	670 FCFA/ planche
	Par tasse	Tomates	1535 FCFA/ Tasse
		Oignon	1125 FCFA/ Tasse
		Aubergine	2100 FCFA/ Tasse
		Carotte	4562 FCFA/ Tasse
	Piment	4000 FCFA/ Tasse	

Durée de cultures	Chou	3 mois
	Salade	2 mois
	Epinard	1 mois
	Oseille	2 mois
	Tomates	3 mois
	Oignon	3 mois
	Aubergine	3 mois
	Carotte	3 mois
	Piment	3 mois

Les principales espèces cultivées sur le site sont entre autres le chou (100 % des enquêtés), la laitue (97.10 % des enquêtés), l'oseille (88.60 %), les épinard (57.10 %) , carotte (22.90 %), la tomate (22.80 %), l'aubergine (11.40 %), l'oignon (8.60 %) et le piment (2.80 %). Ces plantes ont une durée moyenne de culture comprise entre 30 et 90 jours. Elles sont cultivées sur des planches dont les dimensions moyennes sont de 4m*2m (voir photo ci-dessous). Le choix du type de culture à pratiquer dépend non seulement de la demande du marché mais aussi des différentes saisons.



Photo 3: Un exemple de culture pratiquée sur le site (Epinard)

Tous les enquêtés écoulent leurs produits sur place (100 %) à des prix varie selon la méthode de vente. Ainsi certaines cultures sont vendues par planches. Ce sont les choux (3000 FCFA /planche), la Salade (2600 FCFA/planche), l'épinard (646 FCFA/planche), l'oseille (670 FCFA /planche). D' autres sont vendues dans des tasses d'environ 20 litres les

tomates (1535 FCFA /tasse), oignon (1535 FCFA/tasse),piment (4000 FCFA /tasse) ,aubergine (2100 FCFA /tasse), carotte (4562 FCFA /mois). Le prix donné ici est un prix moyen car les fluctuations existent en fonction des sites et des saisons. Ainsi par exemple une planche de laitue peut coûter jusqu'à 5000 FCFA pendant la période de Ramadan par contre cette même planche peut chuter jusqu'à 1500 FCFA pendant les autres périodes .

2-1-8 Arrosage des plantes

Tableau 24: Arrosage des plantes

Sources d'eau utilisées	Eaux épurées de STEP	8.50 %
	Eaux polluées de puits	25.70%
	Eaux polluées du canal	65.70 %
Volume moyen / planche/jour	76 litres (78 litres / 8 m ²)	
Volume moyen/ parcelle/jour	11178 litres	
Fréquence d'arrosage/ jour	Une fois par jour	2.80%
	Deux fois par jour	94.30%
	Trois fois par jour	2.80%

Les résultats de ce tableau montrent que 65.70 % des maraîchers arrosent leurs plantes avec les eaux polluées du canal contre 25.70 % qui utilisent les eaux usées des puits et une faible pourcentage (8.50 %) qui utilisent les eaux épurées de la station d'épuration. Ces résultats montrent que certains maraîchers sont conscients du degré de pollution des eaux brutes à travers l'utilisation du « système d'épuration » à leur manière (le système de puits). Ce système même s'il n'est pas efficace diminue la pollution des eaux et donc des risques en cours. Il ressort aussi que le volume moyen journalier d'arrosage d'une planche est de 76 litres tandis que celui d'une parcelle est de 11178 litres. La majorité des maraîchers arrosent leurs planches deux fois par jour (94.30 %) contre 2.80 % qui le font soit une seul fois ou ils le font occasionnellement trois fois par jour.

2-1-9 Quantification des eaux usées rejetées dans la ville de Niamey

Par insuffisance des réseaux d'assainissement et du dysfonctionnement des ouvrages individuels ou collectifs existant dans la ville de Niamey, les eaux usées produites au niveau

de la source (ménages, équipements collectifs, industries etc.) sont rejetées dans le milieu récepteur sans traitement préalable. Ce milieu récepteur est en général composé des caniveaux de drainage des eaux pluviales, des voies de déserte, des îlots d'habitation, des rigoles etc.

Une étude récente menée par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) sur l'assainissement dans la ville de Niamey estime la production des eaux usées par jour dans la ville de Niamey à 54000 m³/jour. Toujours dans le même rapport, le débit qui passe dans le grand collecteur où s'effectue le maraîchage est estimé à 2500 m³/jour.

2-1-10 Quantification des eaux usées utilisées dans le site enquêté

Il ressort des enquêtes menées auprès des maraîchers que les eaux usées sont les seules sources d'approvisionnement pour l'arrosage des cultures. Ces eaux sont drainées par un grand canal avec un débit maximum journalier de 2500 m³.

Selon toujours les résultats de ces enquêtes une planche consomme en moyenne 76 litres d'eau par jour et cela indépendamment du type de culture. Si nous estimons une superficie utile (superficie occupée par les planches) à environ 70 % de la superficie totale et une superficie moyenne de la planche de 8 m² (4m*2m), on a pour un hectare environ 875 planches. Ainsi sur le site il y a environ 26250 planches si toute la superficie du site est aménagée. Le volume total journalier d'eaux usées utilisé sur le site peut donc être évalué à 1995 m³.

La consommation globale d'eaux usées utilisées pour l'arrosage est d'environ 2000 m³ par jour ce qui représente en moyenne 9.50 litres d'eaux usées par mètre carré et par jour. Ainsi en comparant ces résultats avec les résultats de Ouagadougou sur la consommation d'eaux usées (5377 m³ selon [Wethe et al, 2001]), l'activité de maraîchage avec les eaux usées dans la ville de Niamey reste marginale par rapport à Ouagadougou.

2-1-11 Analyse critique et comparative de l'activité de maraîchage

Les résultats précédents montrent que la quantité d'eaux usées utilisées sur le site enquêté pour l'arrosage des produits est d'environ 2000 m³ par jour, ce qui dégage un excès d'eaux usées d'environ 500 m³ sur le site, qui contribue chaque jour à la pollution du fleuve.

Ainsi la demande prévisionnelle journalière en eaux usées dans la ville de Niamey est de loin inférieure à la production journalière qui est de 54000 m³. Le volume de 2000 m³ est un volume qui a été évalué sur les 30 hectares du site. Cependant pour des raisons de main

d'œuvre, certaines parcelles restent inexploitées et dans ce cas la demande journalière reste inférieure à 2000 m³.

2-1-12 Autres produits complémentaires

La population cible est consciente de l'insuffisance des éléments nutritifs dont les plantes ont besoin pour croître. En effet en plus des eaux usées, les maraîchers utilisent des engrais chimiques, des fumures organiques et des pesticides.

Selon les résultats de notre enquête menée, 85.70 % des maraîchers utilisent de l'urée et 40 % du NPK. Pour ce qui est des produits organiques, 80% des maraîchers amendent leurs champs avec du fumier. Un nombre important aussi de maraîchers (97.10 %) recourent aux pesticides pour lutter contre les insectes et les parasites des cultures.

L'utilisation de tous ces produits complémentaires est perçu comme un moyen pour fertiliser le sol, accroître les rendements et « embellir » les produits.

Les engrais chimiques urée et NPK sont achetés à raison de 250 FCFA par kg.

Le tableau suivant résume les principaux fertilisants et pesticides utilisés par les maraîchers.

Tableau 25: les principaux fertilisants et pesticides utilisés par les maraîchers

Type de produits	unité	Quantité par ha et par mois	Superficie totale du site (ha)	Prix unitaire (FCFA)	Dépense par ha et par mois (FCFA)	Dépense totale (FCFA)
NPK	Kg	8	30	250	2000	60000
Urée	Kg	7	30	250	1750	52500
Sous total des engrais					3750	112500
Fumiers	Sacs (50 kg)	10	30	300	3000	90000
pesticides	litres	3	30	1250	3750	112500
Total					10500	315000

Il ressort de ce tableau que le prix de revient de l'urée par hectare et par mois est de 2000 FCFA et celui de NPK par hectare et par mois est de 1750 FCFA. Cela fait un total de 3750 FCFA par hectare et par mois pour l'achat des engrais chimiques. Pour le fumier le prix revient à 3000 FCFA par hectare et par mois. Ainsi en rapportant les dépenses à l'ensemble

des superficies exploitées du site (30 ha), on a une dépense de 112500 FCFA pour les engrais chimiques et 90000 FCFA pour les produits organiques. Ainsi les sommes dépensées pour l'acquisition des engrais chimiques et fumiers sur les 30 ha pendant un mois sont de 202.500FCFA. En intégrant les dépenses des pesticides qui sont de 3750 FCFA /ha/ mois, on aura sur chaque hectare une dépense de 10500 FCFA/ mois. Ainsi chaque maraîcher dépense environ 13250 FCFA pendant une campagne agricole pour l'achat des pesticides et des engrais. La consommation globale sur le site est de **240 kg** en NPK, **210 kg** en urée et **15 tonnes** en fumiers.

2-1-13 Evaluation des revenus des maraîchers sur le site enquêté

Nous évaluons les revenus moyens sur la base des résultats des enquêtes et aussi sur certaines suppositions dont les plus importantes sont les suivantes :

Nos calculs sont basés sur une seule parcelle avec une superficie moyenne de 4200 m² ;

ils concernent que la campagne agricole qui a fait l'objet d'enquête et donc les résultats ne sont pas rigoureusement transposables sur d'autres campagnes agricoles de l'année.

Le nombre de planches attribuées à chaque culture a été calculé en fonction des surfaces moyennes attribuées dont les résultats nous ont été fournies par les enquêtes.

Nous avons effectué une conversion des tasses en planches en fonction des informations recueillies auprès des maraîchers. Ainsi Il ressort de nos enquêtes et les différentes suppositions les résultats suivants :

Tableau 26: Revenu moyen d'un maraîcher pendant une campagne

Nom de l'espèce	Forme de vente	Prix de vente (FCFA)	Superficies occupées (m ²)	% des superficies	Nombres des planches	Prix total (FCFA)
Chou	Planche	3600	420	10	53	190800
Tomate	Tasse de 20 litres	1535	210	5	26	199550
Epinard	Planche	646	2100	50	262	169252
Piment	Tasse de 20 litres	4000	105	2.5	13	156000
Oseille	Planche	670	840	20	105	70350
Oignon	Tasse de 20 litres	1125	105	2.5	13	14625
Aubergine	Tasse de 20 litres	2100	210	5	26	273000
Carotte	Tasse de 20 litres	4562	210	5	26	118612
Total						1192189

Il ressort de nos calculs un revenu moyen pendant la campagne qui a fait l'objet de notre étude, de 1.192.189 FCFA. Ainsi en retranchant les prix des pesticides et des engrais nous aurons une valeur de **1.178.939 FCFA**. Cette somme ne concerne qu'une seule campagne qui dure au maximum trois mois. Ainsi dans une année, il peut y avoir au minimum trois campagnes au cours desquelles le revenu varie de manière très considérable en raisons de variation des cultures et aussi en fonction de la demande des produits sur le marché.

2-1-14 Les coûts d'utilisation des eaux usées

Les résultats des enquêtes menées auprès des maraîchers nous ont permis de conclure que les eaux usées utilisées pour l'arrosage des plantes sont gratuites à Niamey tout comme à Ouagadougou mais dans l'avenir 71.40 % des maraîchers sont prêts à investir pour avoir une eau de meilleure qualité. Par contre 20.60 % sont contre le paiement.

2-1-15 Le degré de satisfaction des besoins en eau

Les maraîchers sont en partie satisfaits de l'utilisation des eaux usées pour l'arrosage de leurs cultures pour les raisons suivantes :

ces eaux améliorent le rendement de leurs cultures et rendent les fruits plus beaux.

Cependant plus 48.60 % des maraîchers rencontrent des difficultés d'arrosage du fait que leurs parcelles sont un peu éloignées des sources d'approvisionnement. 62.90 % des enquêtés pensent que l'eau est en permanence pendant toute l'année. Les autres (surtout ceux situés à l'aval de la station d'épuration USAB) observent parfois des pénuries notamment pendant le week end et les jours fériés. Cette pénurie touche aussi les maraîchers qui utilisent l'eau des puits les obligeant à creuser davantage leurs puits pendant la saison sèche surtout au mois d'avril. Cette enquête a permis aussi de relever que 17.10 % des maraîchers pensent que les eaux avec lesquelles ils arrosent leurs cultures sont en partie responsable de la détérioration de leurs cultures

2-1-16 Les risques environnementaux et sanitaires

2-1-16-1. La qualité des eaux usées au niveau du site de maraîchage

La détermination de certains paramètres physiques, chimiques et biologiques sur les eaux usées sont nécessaires pour raisonner leur utilisation à des fins agricoles dans le respect de la protection de l'environnement, du maintien du potentiel de production des sols et de la qualité des produits.

Le tableau suivant résume les analyses des échantillons d'eaux usées prélevées sur le site de maraîchage. Les points de prélèvement ont été choisis en fonction des différentes sources d'approvisionnement d'eau pour l'arrosage des cultures. Ainsi nous avons effectué des prélèvements aux points suivants :

Point P01 : Les eaux épurées de la station pilote UASB construite par la coopération japonaise. Ces eaux sont utilisées par une partie des maraîchers ;

Point P02 : Les eaux usées qui du grand canal, utilisées par la majorité des maraîchers.

Point P03 : Les eaux des puits creusés un peu loin du grand canal situés à environ 15 mètres du canal. Ces puits sont généralement creusés pour résoudre les problèmes d'odeurs et les problèmes de distance.

Point P04 : Les eaux usées des puits qui se trouvent dans les environs du grand canal situés à environ 5 mètres.

Tableau 27: Résultats des analyses sur les eaux usées utilisées par les maraîchers

Paramètres	PO1	PO2	PO3	PO4
MES (mg/l)	53	593	57	88
DCO (mg/l)	200.70	1352.70	0	26.20
PO4 (mg/l)	8.88	7.63	0.26	0.44
NO2 (mg/l)	33.25	0.10	1.86	2.40
NH4 (mg/l)	113	110.6	1.80	37.80
NTK (mg/l)	87.70	97.50	3.43	13.23
CF (U/ 100 ml)		$7.40.10^7$	$3.40.10^5$	$1.10.10^4$
SF (U/ 100 ml)	7.10^5	$6.70.10^6$	0	$1.30.10^3$

Les résultats des ces analyses sont issus du prélèvement d'une seule journée en pleine saison sèche (le 3 mai 2002). Les résultats peuvent varier suivant les périodes de l'année.

❖ Les agents pathogènes dans les eaux usées

En général, il est difficile de rechercher les agents pathogènes dans les effluents bruts et traités qui demande l'intervention des techniques fastidieuses et complexes. Il est donc préférable de procéder au dénombrement de germes témoins de contamination fécale tels que les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux.

La concentration en coliformes fécaux et des streptocoques fécaux dépasse les normes recommandées par l'Organisation mondiale de la Santé (<1000 u/100 ml) en matière d'arrosage des cultures avec les eaux usées. Seul le point P04 est plus ou moins proche des valeurs recommandées par l'OMS. Ceci montre le degré de pollution des eaux usées utilisées dans le cadre du maraîchage à Niamey.

❖ Matière en suspension

Les concentrations en matière en suspension (MES) aux points P01 ,P03 et P04 sont plus ou moins proches des valeurs prescrites par les directives de la FAO en matière d'irrigation (<30 mg/l). En revanche la concentration au point P02 montre que les eaux usées à ce point sont très chargées. Cette situation contribue à l'obstruction des pores du sol, donc à son imperméabilité.

❖ Les éléments fertilisants

Les éléments minéraux (azote, phosphore, potassium) contenus dans les effluents contribuent significativement à la production des cultures .Toutefois ces éléments peuvent se présenter en quantité qui dépassent les besoins des cultures et entraîner des anomalies,

notamment sur la croissance végétative et l'altération de la qualité des produits et la contamination de la nappe [BONDON, 94].

Ainsi les valeurs de concentration en NTK au niveau des points P01 et P02 sont situées au delà des seuils prescrits par la FAO (<30 mg/l) en matière d'irrigation des cultures maraîchères. Seuls les points P04 et P03 respectent les normes.

Les teneurs obtenues en NH_4^+ sont relativement plus élevées que celles rencontrées dans les eaux épurées destinées à l'agriculture, soit 0.2 à 10mg/l (Valiron ,1983). Pour ce qui est de NO_2 , en dehors du point PO1 qui présente une valeur relativement élevé , tous les points sont dans les seuils recommandés pour l'irrigation des cultures maraîchères avec les eaux usées (Valiron ,1983).

❖ Demande Chimique en Oxygène

Les valeurs de concentrations aux points PO et PO2 en DCO dépassent de loin les valeurs recommandées par la CEE (< 125 mg/l) dans le cadre des rejets des eaux usées. Seuls les points PO2 et PO3 respectent ces normes.

En conclusion nous pouvons dire que le système des puits utilisés par les maraîchers améliore la qualité des eaux usées utilisées dans le cadre de maraîchage, mais si cette technique reste encore insuffisante pour être considérée comme un procédé d'épuration des eaux usées pour l'utilisation au niveau du maraîchage.

2-1-16-2. Les risques sanitaires

Les eaux usées du canal, utilisées dans les sites du maraîchage constituent un grave danger potentiel pour les maraîchers. Elles sont en effet un foyer de développement permanent des germes pathogènes vecteurs de maladies hydriques telles que la fièvre typhoïde, les hépatites, le choléra, et les vers intestinaux [CISSE, 97] [WETHE et al, 01].

Les agents pathogènes s'ils sont répandus sur les sols par des procédés d'irrigation peuvent pour la plupart survivre plusieurs semaines voire plusieurs mois et particulièrement dans des endroits ombragés et humides (XANTHOULIS, 1993).

Les vers intestinaux sont particulièrement résistants aux conditions environnementales des sols. Les oeufs de l'ascaris peuvent survivre plus d'un an dans un sol après contamination fécale. Le tableau ci-après présente le temps de survie des différents pathogènes dans les sols à 20°C

Tableau 28: Le temps de survie des différents pathogènes dans les sols à 20°C

pathogènes		Temps de survie (jour)
Virus	Enterovirus	<100, mais généralement < 20
Bactéries	Coliformes fécaux	< 70, mais généralement < 20
	Salmonella	< 70, mais généralement < 20
	Vibrio cholerae	< 20, mais généralement < 10
Protozoaires	Kystes d'entamoeba histiolitica	< 20, mais généralement <10
Helminthes	Oeufs d'ascaris lumbricoides	Plusieurs mois

Source : XANTHOULIS ,1993

Les catégories de personnes potentiellement ou réellement exposés aux maladies dues à l'utilisation des eaux usées sont de quatre types [CISSE,97] à savoir :

- ❖ les maraîchers et ouvriers agricoles pour la plupart membres de la famille du propriétaire du champ de culture qui travaillent dans les champs ;
- ❖ les manutentionnaires et manipulateurs des produits issus de la récolte ;
- ❖ les consommateurs des cultures (homme et bétail) ;
- ❖ les riverains des champs maraîchers.

Les enquêtes menées auprès des maraîchers nous ont permis de relever l'existence de plusieurs types de maladies dont souffrent fréquemment les exploitants agricoles du site et leurs familles. Le tableau suivant en fait la synthèse.

Tableau 29: Les principales maladies observées chez les maraîchers

Maladies	% des maraîchers
Courbatures	82.80%
Paludisme	70%
Maux de ventre	34.30%
Fendillement des pieds	65.70%
Fatigue	97.10%
Toux	28.60%
Blessures	60%
Maux de tête	62.90%
Maux des yeux	31.40%
Total	100%

Il ressort de ce tableau que 97.10% et 82.80% des maraîchers souffrent respectivement de la fatigue et des courbatures. Ces douleurs sont causées des maladies causées par le volume élevé des travaux du terrain durent parfois plus de 10 heures par jour de 7h à 12h et de 14h à 19 h.

.Les maladies d'origine hydrique telles que la dysenterie amibienne , la diarrhée qui se manifestent par des maux de ventre affectent 34.30% des enquêtés. Cette situation peut être due au manque d'hygiène observée chez les maraîchers surtout après le travail. Ce pourcentage pourrait être plus important au niveau des familles des enquêtés car la plupart d'entre eux consomment les produits cultivés sans aucun nettoyage.

Une proportion importante de la population cible (65%) a des pieds fendillés. Cet état de fait s'explique certainement par leur présence régulière en milieu humide et l'assèchement rapide de l'eau en raison du caractère chaud et sec du climat.

On remarque aussi la présence des maladies comme la toux (28.60%), les maux de tête (62.90%), les maux d' yeux (31.40%) chez les maraîchers qui sont plus ou moins en contact permanent avec les eaux usées.

Le tableau suivant résume les principaux facteurs de transmission de maladies pour les pathogènes associés à l'utilisation des eaux usées.

Tableau 30: Les principaux facteurs de transmission de maladies pour les pathogènes associés à l'utilisation des eaux usées

pathogènes	persistance	latence	Dose infectante	immunité	Routes principales d'infection	Etape par le sol	Quantité excrétée par gr de fecès
Helminthes	Long	Long	Faible	Aucune à faible	Sol, cultures	Oui	10 ⁴
Protozoaires	Court	Zéro	Faible à moyen	Aucune à faible	Personne eau nourriture	Non	10 ⁵
Bactéries	Court à moyen	zéro	Moyen à élevé	Faible à moyen	Personne eau nourriture	Non	10 ⁵
virus	moyen	zéro	faible	longue	Personne eau nourriture	non	10 ⁶

Source : XANTHOULIS,1993

En conclusion l'activité de maraîchage avec utilisation des eaux usées brutes constitue un danger important non seulement pour les maraîchers mais aussi pour toute la population.

2-1-17 Impacts sur les produits maraîchers

Bien que la durée de survie sur les plantes soit généralement plus courte, la plupart des pathogènes peuvent survivre de quelques jours à quelques semaines et plus particulièrement dans les parties humides des végétaux (feuilles des légumes telles que les choux, laitues. , Racines telles que carottes ou radis) [XANTHOULIS, 93].

Les pathogènes fécaux et plus particulièrement les virus peuvent être transportés sur des distances considérables par des petites gouttes formées lors de l'irrigation. Les gouttelettes peuvent être inhalées par les travailleurs ou par les populations avoisinantes. Le temps de survie dépend du type d'organisme pathogène considéré mais aussi du degré d'humidité, de la température et de l'intensité des radiations UV [XANTHOULIS, 93] .

Le temps de survie des différents pathogènes sur les cultures est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 31: Le temps de survie des différents pathogènes sur les cultures à 20° C

pathogènes		Temps de survie (jour)
Virus	Enterovirus	<60 mais généralement < 15
Bactéries	Coliformes fécaux	< 30 mais généralement < 15
	Salmonella	< 30 mais généralement < 15
	Vibrio cholerae	< 5 mais généralement < 2
Protozoaires	Kystes d'entamoeba histiolitica	< 10 mais généralement <15
Helminthes	Oeufs d'ascaris lumbricoides	Plusieurs mois

Source :[D. XANTHOULIS, 1993]

Les risques potentiels d'exposition aux maladies hydriques sont élevés, surtout en saison sèche où la pollution de l'eau d'arrosage est plus importante. Les effets cumulés de pollution sont aggravés par les pratiques peu hygiéniques des revendeurs de ces légumes sur le marché local.

2-1-18 Les perspectives de l'utilisation des eaux usées

D'après la production prévisionnelle des eaux usées dans la ville de Niamey qui est de 54000 m³/j et une consommation globale de 2500 m³/j , la Communauté urbaine dispose d'une réserve de 51500 m³. L'activité de maraîchage avec les eaux usées connaîtra un développement considérable dans les prochaines années pour des raisons suivantes :

- ❖ le chômage gagne de plus en plus la population de la capitale, particulièrement les jeunes ;
- ❖ l'emploi devient de plus en plus sélectif, ce qui oblige les gens qui n'ont pas de niveau d'instruction à s'orienter vers d'autres activités telle que le maraîchage ;
- ❖ la demande en produits maraîchers est de plus en plus croissant certainement due à la poussée démographique, cela constitue un attrait pour les jeunes chômeurs ;
- ❖ l'implication de l'Etat devient une réalité au Niger à travers la construction des stations d'épuration un peu partout dans la ville. Ceci va entraîner la création d'autres sites de maraîchage.

2-2 Analyse des filières d'épuration des eaux usées de l'Université Abdou Moumouni de Niamey.

2-2-1 Contexte de l'étude

Le projet de l'Université de Niamey est à caractère pilote et joue le rôle de modèle transférable dans toute la Communauté Urbaine de Niamey et les autres régions du pays ayant des conditions climatologiques et urbanistiques similaires.

Nous allons analyser cas par cas les performances épuratoires du système d'épuration de la station pilote, le système de stockage des eaux épurées, la valorisation des sous produits de l'épuration au niveau de la station ainsi que les potentiels qu'offre la ville de Niamey en matière de réutilisation des sous produits de l'épuration.

2-2-2 Description de la station d'épuration pilote de l'Université Abdou Moumouni de Niamey.

La station expérimentale pilote de l'Université Abdou Moumouni de Niamey est constituée de 6 filières de 3 bassins, avec des possibilités de croisement entre certaines filières. Il est ainsi possible de mettre jusqu'à 6 bassins en série et de réduire la nombre de filières. En effet, multiplier les étages d'épuration permet d'obtenir des meilleurs abattements bactériens ce qui est un des buts de cette station, qui envisage la réutilisation des eaux épurées en agriculture et en pisciculture.

La station reçoit une partie des eaux usées de la cité universitaire. Elle est alimentée 3 fois par jour à raison de 0.50 m³ par filière de sorte que chaque filière reçoit 1.50 m³ par jour. Cette station comprend 7 ouvrages :

- ❖ une cuve d'homogénéisation de volume 8 m^3 conçu en béton armé dont l'intérieur est revêtu d'un enduit en ciment pur pour l'étanchéité. Elle est dotée d'une cloison siphonée en briques ;
- ❖ 17 bassins de forme rectangulaire qui ont chacun un volume de 7.50 m^3 (voir Photos et plan de la station ci-dessous). La surface du plan d'eau est d'environ de 18 m^2 , la profondeur est de 1m, les pentes des bords de 45° sont stabilisées au moyen d'argile compactée. L'étanchéité de ces bassins est assurée par une géo-membrane en PVC. Les entrées et les sorties de bassins sont rendues étanches par un joint au sikaflex 11 FC, produit sans incidence sur l'eau à épurer et les micro organismes. La membrane repose sur un géotextile auto-ponçonnant. Le temps de séjour est de 5 jours dans chaque bassin ;
- ❖ une fosse anaérobie dont la profondeur est de 2.85 m et le diamètre de 1 m ;
- ❖ un bassin de collecte de forme rectangulaire où toutes les eaux des différentes filières sont collectées ;
- ❖ un bassin de forme rectangulaire où se pratique la pisciculture ;
- ❖ des chambres pour prise d'échantillon qui sont de dimensions $50\text{cm} \times 50\text{cm} \times 50\text{cm}$ et sont maçonnées ;
- ❖ des conduites enterrées en PVC tropicalisé dont le diamètre varie de 25 à 40 mm ;

La pente du terrain naturel est de 3 % en moyenne, ce qui permet un écoulement gravitaire des eaux usées.

A partir de la cuve d'homogénéisation, les eaux usées sont réparties dans quatre filières (à notre arrivée le nombre de filière était réduit à 4). Ces différentes filières ont été installées dans un but didactique et de recherche.

- ❖ la filière 1 comprend 3 bassins placés en série. Les deux premiers bassins (B2 et B3) sont recouverts de jacinthes d'eau (*Eichhornia crassipes*) qui sont récoltées très régulièrement (une fois par semaine) et pesées. Le dernier (B4) contient un « rock filter » planté de Bourgou et dont le fonctionnement hydraulique est le SFS (subsurface flow système), la récolte se fait toutes les deux semaines. Cette filière est un lagunage à macrophytes. (voir photo ci-dessous)
- ❖ la filière 2 comprend aussi 3 bassins en série dont les deux premiers bassins (B5 et B6) sont recouverts de la lentille d'eau récoltée régulièrement. Le troisième bassin est un bassin sans culture. (voir photo ci-dessous).

- ❖ la filière 3 est composée d'une fosse anaérobie (B0) dans laquelle les eaux usées séjournent pendant plusieurs jours. A la sortie de cette fosse, les eaux continuent dans 5 autres bassins de la filière qui sont placés en série. Ces bassins sont tous sans culture. C'est une filière de lagunage à microphytes. (voir photo ci-dessous).
- ❖ la filière 4 est constitué de 6 bassins en série dont les 3 premiers sont sans culture et les 3 derniers sont recouverts de la lentille d'eau. C'est donc une filière de lagunage mixte ou composite. (voir photo ci-dessous)



Photo 4: La station pilote de l'Université Abdou Moumouni de Niamey

Les eaux épurées des différentes filières sont collectées dans un bassin de collecte en vue d'une réutilisation à des fins agricoles. Une partie des eaux épurées est acheminée dans le bassin S (voir photo ci-dessous) où se pratique la pisciculture.



Photo 5: Bassin de pisciculture

PLAN DE LA STATION PILOTS DE NIAMEY

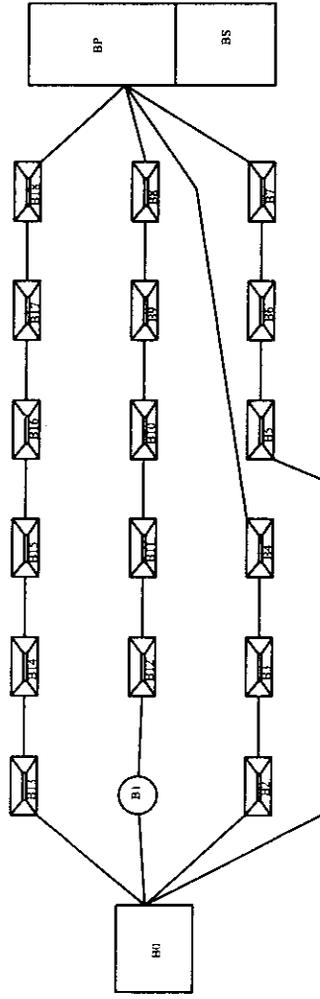
Filière F1: B2+B3+B4

Filière F2: B5+B6+B7

Filière F3: 1+B12+B11+B10+B9+B8

Filière F4:
B13+B14+B15+B16+B17+B18

BASSIN N°2: Jacinthe d'eau
 BASSIN N°3: Jacinthe d'eau
 BASSIN N°4: Bourgeou
 BASSIN N°5: Lentille d'eau
 BASSIN N°6: Lentille d'eau
 BASSIN N°7: Sans culture
 BASSIN N°8: Sans culture
 BASSIN N°9: Sans culture
 BASSIN N°10: Sans culture
 BASSIN N°11: Sans culture
 BASSIN N°12: Sans culture
 BASSIN N°13: Sans culture
 BASSIN N°14: Sans culture
 BASSIN N°15: Sans culture
 BASSIN N°16: lentille d'eau
 BASSIN N°17: Lentille d'eau
 BASSIN N°18: Lentille d'eau



Bo: cuve d'homogénéisation

B1: Fosse anaérobie

BP: Bassin de collecte des eaux usées

BS: Bassin de la pisciculture

2-2-3 Performances épuratoires du système d'épuration des eaux usées à l'Université de Niamey.

D'après les analyses effectuées le 03/05/02 sur les différentes filières de la station, la composition escomptée des eaux usées à la sortie des différents bassins de lagunage est rapportée dans le tableau suivant :

Tableau 32: Résultats des analyses sur les différentes filières de la station pilote(paramètres physico-chimiques et microbiologiques)

Prélèvement	MES (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	DCO (mg/l)	NTK (mg/l)	CF (U/100 ml)	SF (U/100 ml)
B0	138	1.53	0.02	3.1	384	28.91	2.95.10 ⁷	1.75.10 ⁶
B3	104	0.38	0.02	2.54	70	17.15	-	-
B4	55	0.02	0.03	2.13	52	16.17	3.25.10 ²	6.60.10 ²
Rend (%) F1	60	98	0	31	86	44	5	4
B7	70	0.74	0.02	1.49	297	19.11	1.10.10 ⁴	2.55.10 ³
Rend (%) F2	50	52	0	52	23	34	3	3
B8	57	0.84	0.1	0.11	157	13.23	2.80.10 ³	7.5.10 ¹
Rend (%) F3	59	45	0	96	60	54	4	3
B15	130	0.73	0.02	2.39	271	20.09	2.425.10 ⁴	1.55.10 ⁴
B18	116	0.42	0.03	1.41	227	13.72	5.50.10 ³	6.50.10 ²
Rend (%) F4	16	72	0	55	41	53	4	5
S	82	0.73	0.02	1.01	210	9.31	4.8.10 ³	1.70.10 ²

Source : Analyse des échantillons au laboratoire de l'UAM le 3/05/02.

B0 = cuve d'homogénéisation

B7 = Bassin de sortie de la filière F2

B3 = Bassin de la filière F1

B11 = Bassin de la filière F3

B4 = Bassin de sortie de la filière F1

B8 = Bassin de sortie de la filière F1

B15 = Bassin de la filière F4

B18 = Bassin de sortie de la filière F1

F1 = Filière macrophytes (deux bassins de jacinthe d'eau + un bassin de bourgou) ;

F2 = Filière composite (deux bassins de lentilles d'eau + un bassin sans culture) ;

F3 = Filière microphytes (un bassin en anaérobie + cinq bassins sans culture) ;

F4 = Filière composite (trois bassins sans culture + trois bassins de lentille d'eau) ;

D'après les directives de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), les effluents de la filière 1 correspondent à la catégorie A qui permet l'irrigation des cultures dont les produits

sont destinés à être consommés à l'état cru (CF < 1000 U/ 100ml et Nématodes intestinales < 1 œuf / litre). Les autres paramètres physico-chimiques de cette filière (MES, DCO, NH_4^+ , NO_2^- , PO_4^{3-}) sont aussi favorables à la réutilisation des eaux épurées pour l'irrigation des cultures et des espaces verts sans restriction majeure.

Il ressort des résultats de l'analyse que la filière 1 (macrophytes), est la filière la plus performante en matière d'épuration aussi bien sur le plan microbiologique que sur les autres paramètres physico-chimiques.

Les analyses des paramètres comme la température, le PH, oxygène dissous, la conductibilité électrique ont été également effectués au niveau des différentes filières. Ces paramètres ont été mesurés à deux reprises à 7heures du matin et à quinze heures du soir. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 33 : Résultats des analyses sur les différentes filières de la station pilote(pH, T, O₂, EC_w)

7H					15 H			
Points de mesure	T°C	PH	O ₂ (mg/l)	EC _w (us/cm)	T°C	PH	O ₂ (mg/l)	EC _w (us/cm)
F1	25.40	6.70	0.20	495	29.10	6.90	0.38	479
F2	28.20	7.40	0.21	496	34.10	8.90	3.52	444
F3	29.50	8.30	0.50	567	36.20	10.10	27.30	605
F4	28.20	7.70	0.20	507	33.00	8.90	0.42	484
S	29.70	7.70	0.24	518	33.40	9.90	3.38	484

Source : Analyse des échantillons de la station au laboratoire de l'UAM le 3/05/02

2-2-3-1. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH des eaux épurées de de la filière 1 est compris entre les normes indiquées par la FAO relative à la qualité des eaux d'irrigation($6.5 < \text{pH} < 8.50$),. Par contre dans certaines filières (F2, F3, F4) le pH est au delà des seuils recommandé par la FAO surtout en pleine journée (15 heures). Ceci s'explique par l'activité photosynthétique des algues et des macrophytes [KLUTSE, 95]. En effet sous l'action de la lumière, les algues et les macrophytes consomment le gaz carbonique et dégagent l'oxygène le jour. Pour une forte activité algale, la consommation du gaz carbonique s'accroît et le milieu s'appauvrit avec la diminution de la teneur en acide carbonique et une augmentation du pH du milieu. La nuit, les algues et les

macrophytes consomment l'oxygène et libèrent du gaz carbonique ; c'est la respiration : le pH baisse.

2-2-3-2. L'oxygène dissous (O_2)

La concentration en oxygène dissous est en général fonction de l'intensité lumineuse (OSWALD et al...,1953). Elle a une influence sur le rendement des bassins. L'apport d'oxygène peut avoir comme origine les échanges gazeux au niveau de la surface de la lagune qui sont favorisés par le vent et la production d'oxygène par photosynthèse. On remarque que la teneur en oxygène dissous dans les différentes filières varie entre le jour et la nuit. Ce phénomène s'explique par le fait que pendant la journée les algues et les macrophytes consomment le gaz carbonique et libèrent de l'oxygène et ils réalisent le contraire pendant la nuit.

2-2-3-3. La température ($T^{\circ}C$)

La température influence directement ou indirectement les espèces présentes dans le milieu, leurs performances, la solubilité des gaz, l'élimination des bactéries fécales, les cinétiques des réactions chimiques et biochimiques tous les paramètres caractérisant les eaux [KLUTSE A ,1995]. Les températures maximales sont obtenues pendant la journée et surtout au niveau des filières de lagunage à microphytes.

2-2-3-4. La conductivité électrique (EC_w)

La conductivité électrique (EC_w), ramenée à $25^{\circ}C$ caractérise la salinité totale de l'eau ou le risque salin lié à une présence excessive de sels, quelle que soit leur nature. D'après le classement de la FAO sur les eaux destinées à l'irrigation, les eaux épurées des différentes filières présentent un risque moyen pour l'irrigation ($250 < EC_w < 750 \mu/cm$)

2-2-3-5. Evaporation et besoins en eau des plantes

L'évaporation est un facteur qui peut avoir une influence sur l'élimination des bactéries en milieu aquatique. Il a une influence sur la variation du débit et du temps de séjour [KLUTSE,1995]. L'évaporation est plus élevée au niveau des filières à macrophytes qu'au niveau des filières à microphytes. Ceci s'explique par les besoins en eau aussi élevés de ces plantes.

Tableau 34: Résultats des analyses sur les différentes filières de la station pilote (évaporation et besoins en eau des plantes)

Evaporation pendant 24 H au niveau de la station pilote de l'Université de Niamey	
Bac à microphytes	10.35 litres
Bac à macrophytes flottantes (jacinthe d'eau)	42.50 litres
Bac à macrophytes fixes (bourgou)	23.85 litres
Bac à macrophytes flottantes (lemnacées)	9 litres

Source : Analyse des échantillons de la station au laboratoire de l'UAM le 3/05/02.

2-2-3-6. Débit sortant de la station

Les débits sortants des eaux usées épurées sont calculés à partir des débits des eaux usées brutes et de l'évaporation. Le volume infiltré n'est pas pris en compte à cause de l'étanchéité du fond des bassins qui est compacté en argile. Le débit d'évaporation et les besoins en eau des plantes est donné pour les différentes filières par le tableau 32. Il est estimé à 248.35 litres /jour. Le volume infiltré n'est pas pris en compte à cause de l'étanchéité du fond des bassins qui est compacté en argile. Ainsi $Q_{\text{sortie}} = Q_{\text{entrée}} + Q_{\text{évaporation}}$

$$Q_{\text{sortie}} = 6 \text{ m}^3/\text{j} - 0.25 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{\text{sortie}} = 5.75 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le débit de $5.75 \text{ m}^3/\text{j}$ est le débit utilisé pour la pisciculture et le maraîchage dans le site d'essai situé à l'aval de la station d'épuration.

2-2-3-7. Stockage des eaux épurées

Les eaux épurées des différentes filières sont collectées et stockées dans un bassin avant qu'une partie soit acheminée vers le bassin S où se pratique la pisciculture.

Le bassin de stockage offre les avantages suivants :

- ❖ Garantir une offre d'eau épurée à la demande en cas d'irrigation sur le site d'essais de maraîchage situé à l'aval de la station et indépendamment des variations de débit journalier des effluents.
- ❖ Disposer d'une réserve d'eau en cas d'arrêt momentanée de la station d'épuration à cause d'une panne particulière.

2-2-4 Valorisation des sous produits de l'épuration.

Intéressant sur le plan de l'efficacité pour une protection optimale de l'environnement, le lagunage l'est aussi sur le plan économique. C'est un atout supplémentaire qu'il possède par rapport aux autres techniques d'épuration [BONDON, 97].

Les aspects de la valorisation des effluents et des sous produits de l'épuration sont multiples. Ces aspects sont fonction de nombreux paramètres tels que la climatologie, le foncier disponible, les études de marché, le contexte économique et social...

Nous citons ici quelques valorisations qui ont été testées au niveau de la station pilote de Niamey et leur potentiel d'utilisation dans cette ville.

2-2-4-1. Valorisation des effluents

2-2-4-1-1. Irrigation-fertilisation des terres

Le site de maraîchage a été mis en place à l'aval de la station. Deux cultures ont été suivies sur le site à savoir :

- ❖ le *leptadenia* est une plante rampante qui est utilisée dans certaines régions du Niger et qui rentre dans l'alimentation de ménages de ces régions ;
- ❖ le *moringa oleifera* qui est une plante dont les feuilles sont très utilisées au Niger dans l'alimentation et qui est très cultivée pratiquement dans toutes les régions du pays. Il a été introduit au niveau du site expérimental pour déterminer les apports des eaux usées pour le développement des feuilles.

Les deux espèces ont été expérimentées sur le site pour un éventuel transfert sur d'autres sites de maraîchage qui utilisent les eaux usées.

Le site expérimental se caractérise par la présence d'un sol argileux. Les eaux utilisées pour l'arrosage des plantes sont de deux types : les eaux du fleuve utilisées comme témoin et les eaux épurées de lagunage issues de la station pilote. Le compost à base de la jacinthe d'eau est utilisé comme une fumure d'entretien sur une partie de la parcelle et l'autre partie est laissée sans compost comme témoin. Le suivi des paramètres suivant a fait l'objet de l'étude :

- ❖ le diamètre des tiges des plantes ;
- ❖ la hauteur ;
- ❖ le nombre de feuilles ;
- ❖ le nombre des branches.

Il ressort de cette expérience que la parcelle arrosée avec les eaux usées et le compost assure plus le développement de ces paramètres suivis que les autres parcelles. Ceci témoigne de l'importance des éléments nutritifs contenus dans le compost pour la plante. De la même façon, il a été observé un développement plus considérable au niveau de la parcelle arrosée avec les eaux épurées qu'avec la parcelle qui reçoit les eaux du fleuve. Ainsi, l'utilisation des eaux épurées pour l'arrosage des plantes par rapport à l'irrigation avec les eaux du fleuve présente un gain économique. Ce gain est du à l'apport des eaux épurées en tant que ressource en eau alternative et aux éléments nutritifs contenus dans ces eaux.

En plus de ces gains liés uniquement à l'eau et à sa composition en éléments nutritifs, on escompte un gain significatif en matière de rendements de cultures.

Le projet pilote de l'Université Abdou Moumouni de Niamey jouera le rôle de modèle transférable sur toute la Communauté Urbaine de Niamey et d'autres villes du Niger. Sont plus particulièrement concernées, celles qui sont confrontées aux problèmes d'eau et qui ont des grandes superficies exploitables à la fois pour le maraîchage et l'espace qu'occuperont les bassins de lagunage comme Tahoua dont la population excède 150 000 habitants.

2-2-4-1-2. La pisciculture

Le traitement des eaux usées est un secteur d'activité où sont couramment utilisées et depuis fort longtemps de nombreuses techniques aquacoles telles que les étangs utilisés pour l'élevage des poissons en Chine, en Sicile et en Grèce antique [BONDON, 97].

Le tilapia notamment est une espèce de poisson qui croît et se multiplie dans des bassins enrichis en effluents de lagunage riche en biomasse planctonique telle que la lentille d'eau. Outre ces bons résultats, on note un abattement de pollution dans les bassins d'élevage surtout pour les sels nutritifs. [BONDON, 1994].

La pisciculture est pratiquée au niveau de la station pilote dans un bassin divisé en deux compartiments. Le premier compartiment contient les eaux épurées considérées comme témoins. Dans le deuxième compartiment en plus des eaux épurées, les poissons (tilapia) sont alimentés avec de la lentille d'eau. Le poids des poissons a été le paramètre de suivi qui est mesuré chaque semaine. Les résultats ont été spectaculaires. Ainsi en partant de la production de la lentille d'eau de 700 kg/ha/jour et un facteur de conversion de 0.1, environ 7 kg de poisson pourraient être produits par mois.

2-2-4-2. Valorisation des autres types de sous produits de l'épuration

2-2-4-2-1. La jacinthe d'eau

Outre les performances épuratoires élevées pour les matières en suspension, la demande chimique en oxygène, les sels nutritifs et les éléments bactériens, la jacinthe d'eau peut être valorisée à travers la production du compost, la production de l'énergie, l'alimentation des animaux (volailles, cochons...) et certaines valorisations comme la fabrication des contre plaquer et des spirales anti-moustiques.

Au niveau de la station pilote de l'Université de Niamey, il est fait recours à ces différents procédés de valorisation de la jacinthe d'eau. La contrainte majeure de cette plante est la collecte régulière qui demande un suivi très particulier.

❖ Le compostage

Le compostage est un procédé de valorisation biologique qui transforme les matières organiques biodégradables (végétaux, ordures ménagères ou déchets agricoles etc.) en un produit appelé compost composé de matières organiques et minérales.

Au niveau de la station pilote de l'Université de Niamey, un essai de compostage a été mis en place avec différents mélanges de substrats : jacinthes d'eau seul et jacinthes d'eau + déchets du restaurant + herbes sèches. Le compost obtenu à base de la jacinthe d'eau a donné des meilleurs résultats en terme de fertilisants. Il est utilisé sur un site de maraîchage d'essai comme amendement des cultures.

❖ La fabrication des contre plaquer

Cette valorisation est à échelle expérimentale au niveau de la station. La fabrication des contre plaquer se fait par ajout d'autres produits en plus de la jacinthe.

❖ La fabrication des spirales anti-moustiques

La jacinthe est mélangée avec des plantes anti-moustiques telles que la citronnelle et d'autres plantes qui sont cultivées à l'intérieur même de la station. La jacinthe sert surtout du support pour la spirale.

2-2-4-2-2. Le Bourgou :

Il s'agit d'une plante qui entre beaucoup dans l'alimentation du bétail au Niger. Son utilisation a été testée avec succès au niveau de l'Université de Niamey. Elle est récoltée toutes les deux semaines au niveau de la station et utilisée pour l'alimentation des bétails.

2-2-4-2-3. La lentille d'eau (lemnacées),

Contrairement aux autres plantes aquatiques, elle possède l'avantage de contenir des éléments nutritifs comme des protéines et des vitamines. En outre, elle comporte très peu de fibres et peut grâce à sa petite taille, être facilement récoltée. La matière sèche des lemnacées peut contenir 20 à 35 % de protéines (Edwards et al 1992 ; Mbagwu et al,1988). Plus la teneur en azote dans l'eau est élevée, plus la biomasse contiendra de protéines (Edwars et al 1992, Oron, 1994). La biomasse produite peut constituer un excellent aliment pour les poissons, la volaille ou les bovins (Haustein et al., 1990 et 1994).La culture de lemnacées peut ainsi constituer une incitation financière pour le développement d'activités de traitement des eaux usées.

Au niveau de la station pilote de l'Université de Niamey, cette plante est utilisée pour l'alimentation des volailles et aussi pour la pisciculture.

3 Recommandations de l'étude

3-1 Recommandations sur la réutilisation des eaux usées épurées

- ❖ la Communauté Urbaine de Niamey doit réorganiser le schéma d'évacuation des eaux usées dans la ville en fonction des différentes zones, à savoir dans la zone urbanisée, dans les quartiers à revenus élevés et dans ceux à revenus faibles.
- ❖ la communauté Urbaine doit interdire l'activité du maraîchage avec les eaux usées brutes dans la ville de Niamey ;
- ❖ l'Etat Nigérien doit prendre le projet de l'Université Abdou Moumouni de Niamey comme un modèle pilote transférable aux communes de Niamey et à d'autres régions du Niger ;
- ❖ le projet de réutilisation des eaux usées épurées doit prendre des mesures de protection suivantes :
 - bien maîtriser la dose appliquer pour éviter une percolation des eaux usées en profondeur qui entraînerait la pollution de la nappe ;
 - les ouvriers irriguant doivent être protégés et sensibilisés ;
 - éviter la stagnation d'eau sur le sol ;
 - manipuler avec soins les fruits et particulièrement pour le cas de la tomate et de la laitue qui peuvent être consommées à l'état cru ;

- bien laver les produits, notamment maraîchers, avant livraison à domicile ou sur le marché.
- ❖ le projet de réutilisation des eaux épurées doit veiller au compostage des boues résiduelles avant toute utilisation sur des sites agricoles pour garantir une suppression totale des germes pathogènes ;
- ❖ l'installation des lysimètres sur les sites de maraîchage serait souhaitable pour évaluer la qualité des percolats et particulièrement la concentration nitrite des eaux infiltrées au delà des zones racinaires ;
- ❖ un suivi sanitaire et agronomique doit être assuré de manière périodique à travers le suivi des trois paramètres suivants : eaux épurées, sols et produits agricoles.
- ❖ les agriculteurs doivent être sensibilisés et bien informés sur les faits suivants par des services compétents :
 - la réutilisation des eaux épurées en tant que méthode fiable de substitution ;
 - les mesures nécessaires à entreprendre pour éviter les risques sanitaires ;
 - les changements de qualité des eaux épurées et les pannes éventuelles au niveau de la station d'épuration ;
 - des conseils en matière de protection des exploitants agricoles en contact avec les eaux usées et en matière des bonnes pratiques agricoles ;
- ❖ les outils méthodologiques du projet de l'Université de Niamey doivent servir à la réalisation des projets similaires au niveau des autres communes de Niamey et dans d'autres régions du Niger ;

3-2 Recommandations sur l'exploitation et le suivi des installations du lagunage

Malgré l'autonomie du fonctionnement de lagunage, il est indispensable d'intervenir régulièrement (entretien manuel et analyses des eaux épurées) pour maintenir les capacités épuratoires du système. Ainsi nous formulons les recommandations suivantes :

- ❖ les observations suivantes doivent être consignées périodiquement sur une fiche par les préposés de la station :
 - Bon écoulement de l'eau : il s'agit de noter les baisses de niveau, dégager si besoin les ouvrages de communication entre les bassins ;

- Présence des flottants : noter les remontées des boues, algues filamenteuses, lentilles d'eau.... Procéder à leur enlèvement lorsqu'ils s'accumulent dans une partie du bassin ;
- Couleur de l'eau : normalement verte ou brun-vert. Un changement de coloration peut traduire la prolifération des micro organismes particuliers ;
- Etat des digues : traces de dégradations ponctuelles ;
- Apparition d'odeurs : traduit une surcharge d'une partie de l'installation ;
- ❖ Les manœuvres doivent veiller à une élimination régulière des boues et de la biomasse végétale des macrophytes au niveau de la station ;
- ❖ la biomasse végétale récoltée dans les stations doit être valorisée à travers la mise en place des unités de compostage ;
- ❖ les responsables de la station doivent assurer un suivi régulier des paramètres essentiels bien connus (température, pH, O₂, DBO₅, NH₄⁺, PO₄³⁻, coliformes fécaux, œufs d'helminthes) ;
- ❖ l'aération des effluents bruts au niveau des postes de relèvement, à l'arrivée dans la station ou dans un passage entre les bassins doit être au maximum ;
- ❖ la végétation doit être maîtrisée dans le milieu récepteur afin d'éviter les zones de stagnation des effluents épurées.
- ❖ la réutilisation des eaux épurées et la valorisation des sous produits à des fins aquacole, agricole, ou énergétique doivent être des sources de recettes permettant la couverture des frais d'exploitation et de fonctionnement ;
- ❖ une association active des agriculteurs doit être formée dans le cadre de la gestion des eaux épurées

3-3 Recommandations sur la valorisation des sous produits de l'épuration

- ❖ chaque projet de station d'épuration doit être associé à celui de la valorisation des sous produits à travers la mise en place des unités de pisciculture, de station avicole et de compostage etc. ;
- ❖ la réutilisation des eaux usées épurées doit être considérée comme une composante essentielle dans la stratégie pour une gestion intégrée des ressources en eau du pays ;
- ❖ le projet de réutilisation des sous produits doit mener une étude sur la compétitivité du méthane produit à partir de la jacinthe d'eau afin que les stations puissent être alimentées par l'énergie qu'elles produisent ;

- ❖ les macrophytes doivent être choisis en fonction de leurs réutilisations possibles dans les régions où sont implantées les stations ;
- ❖ Une étude du marché doit être menée par le projet de réutilisation des sous produits sur les valorisations aquacole, énergétique et agricole de la biomasse et des effluents épurés sur tout le territoire du pays ;
- ❖ l'utilisation du compost en maraîchage doit être privilégiée au détriment des engrais minéraux qui reviennent généralement chers pour les maraîchers ;
- ❖ le contrôle de la qualité du compost par des services compétents doit être effectué afin de s'assurer qu'il ne sera pas une source de nuisance vis à vis des homes devant le manipuler et des plantes qu'il est censé nourrir.

Conclusion

Le traitement des eaux usées par lagunage est une technologie bien adaptée au climat et aux conditions socio-économiques du Niger. Il ne réclame aucune énergie et aucun produit chimique.

Hormis les épurations qui exigent au maximum une intervention par semaine, un tel système d'épuration fonctionnant de manière autonome ne demande ni surveillance ni contrôle particulier. Il peut bien s'intégrer au niveau du paysage naturel et être installé, sans difficultés pour les petites collectivités et agglomérations du pays.

Sur le plan économique il est à signaler que les investissements sont relativement faibles comparativement aux procédés classiques. Les interventions sont limitées à quelques contrôles périodiques du réseau d'alimentation et à la gestion de la biomasse végétale.

L'utilisation des plantes aquatiques sous les conditions climatiques du pays, dans le domaine de l'épuration des eaux usées domestiques est efficace, compte tenu des objectifs fixés qui étaient d'atteindre des niveaux de pollution permettant la réutilisation des effluents dans l'activité de maraîchage en respectant les normes recommandées dans ce cadre. En outre la biomasse produite peut être valorisée par la production du compost et du bio gaz, l'alimentation du bétail et la confection d'articles d'artisanat.

Les impacts environnementaux de ces systèmes de traitement sont moindres par rapport aux procédés classiques (mauvaises odeurs, multiplication des insectes, production des boues).

Bibliographie

- CISSE G, 1999. Risques sanitaires liés à l'utilisation d'eaux polluées en maraîchage urbain au Sahel : cas de Ouagadougou (Burkina faso), Sud Sciences, 3 : 4-13.
- CISSE G, 1997. Impact sanitaire de l'utilisation d'eaux polluées en agriculture urbaine : cas de maraîchage à Ouagadougou : partie1. Lausanne : Thèse de doc.es.sc.tech.EPFL, 192 p.
- KLUTSE A, 1995. Epuration des eaux usées domestiques par lagunage en zone soudano-sahélienne (Ouagadougou, Burkina Faso), thèse de Doctorat Université de Montpellier II.
- TOURE C, 1990. Technologies appropriées d'assainissement dans les pays en voie de développement.
- Projet de recherche/consultation dans l'agriculture urbaine en agriculture urbaine en Afrique de l'Ouest, Octobre 2001. Profil de recyclage des eaux usées dans l'agriculture urbaine à Ouagadougou.
- BONDON D, PIETRASANTA Y, 1994. Le lagunage écologique, 112 p.
- YACOUBA H, MOREL M , HOUNTO T, 2001.Valorisation par compostage de la biomasse de pistia stratites issue de la station de lagunage de l'EIER , Sud Sciences, 7 : 40-47.
- KONE D, CISSE G, SEIGNEZ C, HOLIGER C, 2000. Le lagunage à laitue d'eau (pistia stratites) à Ouagadougou, une alternative pour l'épuration des eaux usées destinés à l'irrigation. Colloque international Eau-santé Ouaga 2000. 21-24 nov. 2000.
- MOREL M. Traitement des eaux usées par lagunage à macrophytes flottants : valorisation de la biomasse. Les causeries du C.I.D.
- FAO, 2000. Base de données FAO STAT <http://aps.fao.org/page/>.
- LAOUALI M-S et Coll. 1992. Traitement des eaux usées urbaines dans des conditions tropicales. Valorisation piscicole de la biomasse et des effluents épurés. 8 p . Tribune de l'eau n°556/2 mars/ avril 1992-p 27-34 LIEGE.
- WIMA K, 2002. Valorisation des sous produits de la station de lagunage à macrophytes flottants de l'EIER : Réutilisation des eaux épurées en irrigation sur cultures maraîchères (cas de la tomate), rapport trimestriel de stage d'appui à la recherche , EIER/EPFL, Ouagadougou.
- FAO, 1988. La qualité de l'eau en agriculture. Bulletin FAO d'irrigation et de drainage N° 29 rev.1, 180 p.

ANNEXE I : FICHES D'ENQUETE



Numéro de la fiche : / ____ /

Ecole Inter-états d'Ingénieurs de l'Équipement Rural

ANNEXE : FICHE D'ENQUETE AUPRES DES MARAICHERS DE NIAMEY

Nom Enquêteur _____

Profession de l'enquêteur _____

Date enquête / ____ / ____ / ____ /

Numéro du secteur _____

Nom de la parcelle _____

100/ IDENTIFICATION DU MARAICHER

101/Identité

Nom du maraîcher: _____

Sexe : Masculin Féminin

Age : / ____ /

Ethnie : Houassa

 Djerma

 Peulh

 Touareg

 Autres _____

Situation matrimoniale: Célibataire

 Marié

 Divorcé

 Veuf

Religion : Chrétiens

 Musulmans

 Animistes

 Autre: _____

Vélo

Tracteur

Ane

Type de construction Banco simple

Banco amélioré

En parpaings

En béton

Autres: _____

Type d'ouvrage d'assainissement des eaux usées : la nature

Latrine traditionnelle

Latrine améliorée

WC modernes

Autres équipements: / _____ /

Quelles sont les raisons qui vous poussé à faire cette activité ?

Subvenir aux besoins de la famille

Bien familial

200/CARACTERISATION DE LA PARCELLE AGRICOLE

201/Quelle est la date d'occupation de votre champs : / _____ / _____ / _____ /

202/Comment avez vous obtenu ce champs ?

Achat aux particuliers Prix d'achat de la parcelle : / _____ / FCFA

Location Prix de la location de la parcelle/an : / _____ / FCFA

Terrain familial

Autres à préciser _____

203/ Décrire l'environnement immédiat de la parcelle :

204/ Combien de parcelles agricoles avez- vous dans la ville de Niamey ? / _____ /

205/ Quelle est la superficie totale de votre champs ?

Nombres de planches sur 1^{ere} parcelle: _____

Superficie d'une planche: _____

Superficie totale de la parcelle: _____

Nombres de planches sur 2^{eme} parcelle: _____

Superficie d'une planche: _____

Superficie totale de la parcelle: _____

Nombres de planches sur 3^{eme} parcelle: _____

Superficie d'une planche: _____

Superficie totale de la parcelle: _____

206/ Quel est le nombre de personnes travaillant dans votre champs ?

/ _____ / personnes.

207/ Ces gens sont ils renumerés ? Oui

Non

Si oui quelle est la forme de rémunération ?

Financière : / _____ / FCFA/ mois

Partage des fruits de récoltes / _____ /

Autres à préciser / _____ /

Si non pourquoi ? membre de famille

Autre à préciser.

300/CONNAISSANCE DES PRATIQUES CULTURALES

301/Quelles sont les principales cultures produites dans le champs agricole ? (remplir le tableau suivant)

types de cultures	Durée de culture	Rendement par planche	Forme de vente (feuille, fruit, tige, tubercule, en tas, poids, en volume etc.)	Prix de vente

302/ Quel est le lieu de vente des produits récoltés dans votre champs ?

sur place

Marché du quartier

Marchés de la ville

Restaurateurs

400/ L'ARROSAGE

401/ Quelles sont les principales sources d'approvisionnement en eau utilisée pour l'arrosage de votre champs ?

Cours d'eau

Puits/ forage dans le champs

Eaux usées

Autres : / _____ /

402/ De quelle façon cette eau est apportée dans le champs ?

Par irrigation

Par transport dans des seaux: (volumes _____ litres)

Par transport dans des arrosoirs (volumes _____ litres)

Autres à préciser : _____

403/ Quel est le volume moyen d'eau utilisée pour l'arrosage de vos planches ?

nb de récipients: _____

volume: _____ l

404/ Quelle est la fréquence d'arrosage de votre champs ?

/ _____ / fois par jour.

405/ A quel moment de la journée faites vous l'arrosage du champs ?

Tôt le matin

Dans la matinée

Dans l'après midi

Autre à préciser _____

406/ Sous quelle forme utilisez-vous ces eaux

Brute

Après une période de repos

Autres à préciser : _____

407/ A quel moment de l'année observez-vous un manque d'eaux usées ?

saison sèche période dans la journée: _____

saison pluvieuse période dans la journée: _____

408/ En l'absence d'eau usée, quelle autre source utilisez-vous ? / _____ /

409/ Quels sont les avantages obtenus en utilisant les eaux usées dans votre champs ?

Fruits embellis

Meilleurs rendements

Proximité

Gratuité

410/ Quels sont les inconvénients quand vous utilisez les eaux usées pour arroser votre champs

Distance

Difficulté d'accès

Odeurs

Acidité des Eaux

Autres / _____ /

500/ LES AUTRES PRODUITS

501/ Quels sont les types de produits utilisés pour fertiliser vos champs ?

Engrais chimiques Type: NPK Quantité par planche: _____

Urée Quantité par planche: _____

Autres / _____ /

Produits organiques Type: OM Quantité par planche: _____

Habitude

Autres / _____ /

505/Quels sont les principaux problèmes rencontrés dans l'utilisation de ces produits?

Difficulté d'application

Effets sur la santé

Utilisez-vous ces produits toute l'année? Oui

Non

Sinon, à quelles périodes? Saison pluvieuse

Saison sèche

Pourquoi ? _____

**600/ ETAT GENERAL DE SANTE DU MARAÎCHER ET DE SA
FAMILLE**

Maladies	Maraîcher	Famille
Courbatures		
Paludisme		
Maux de ventres		
Fendillement des pieds		
Fatigue		
Toux		
Blessures		
Maux de tête		
Maux des yeux		
Rhumatisme		
TOTAL		

700/ COUT DE L'EAU

701/ Payez- vous l'eau usée d'arrosage? Oui

Non

Si oui, combien? / _____ /FCFA

ANNEXE II : PHOTOS

Annexe II-1 : Test des fiches d'enquête sur le site de l'hôpital Yalgado
Annexe II-2 : Un maraîcher qui arrose sa parcelle avec des arrosoirs

Annexe II-1



Un maraîcher arrose sa parcelle avec des arrosoirs

Annexe II-2

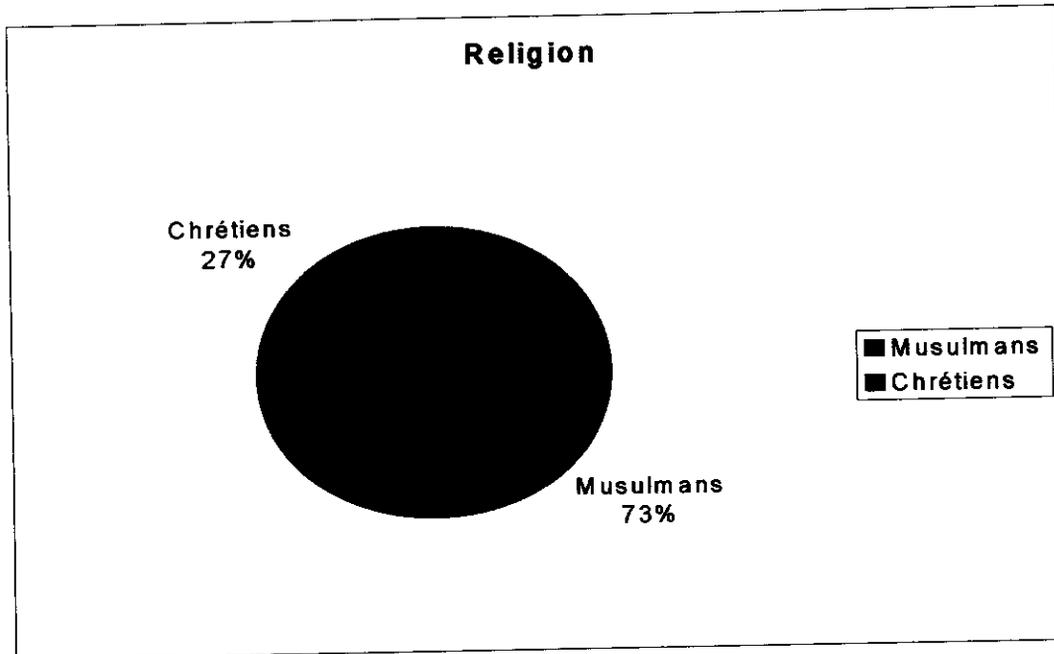


Test des fiches d'enquête au niveau du site de l'hôpital Yalgado

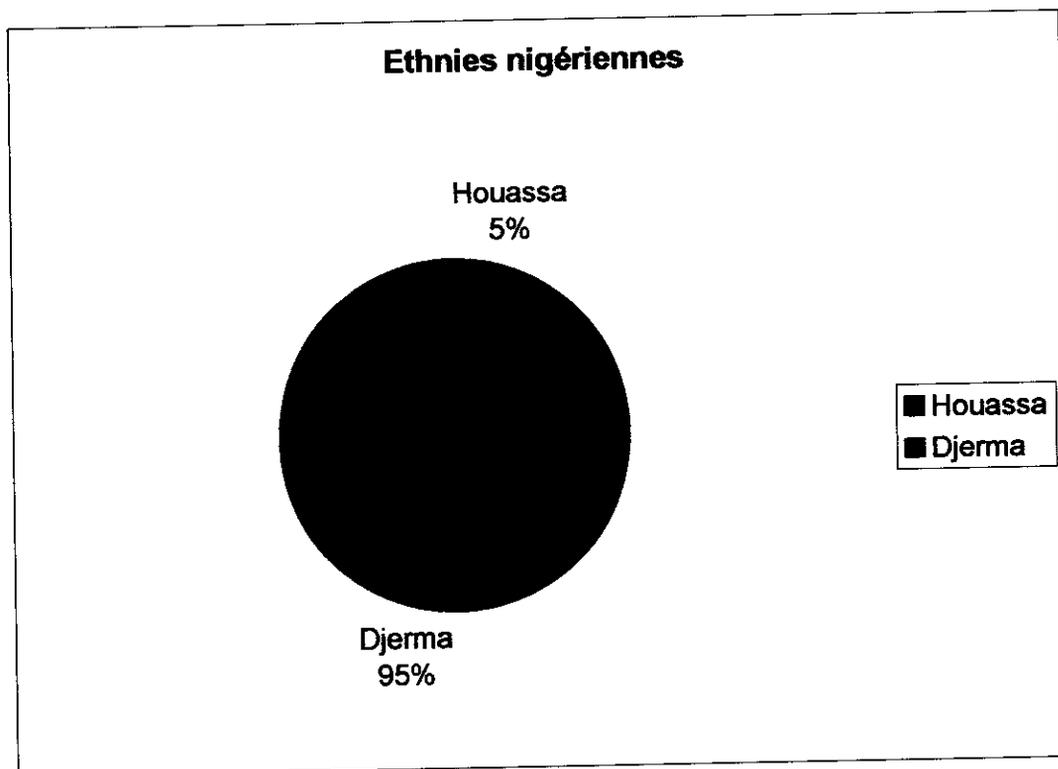
ANNEXE III : DIAGRAMME DES RESULTATS DES ENQUETES

- Annexe III-1 : Religion des maraîchers
- Annexe III-2 : Ethnies des maraîchers Nigériens
- Annexe III-4 : Situation matrimoniale des maraîchers
- Annexe III-5 : Niveau d'instruction des maraîchers
- Annexe III-6 : Activités principales des maraîchers
- Annexe III-7 : Activités secondaires des maraîchers
- Annexe III-8 : Quartiers habités par les maraîchers
- Annexe III-9 : Statut d'occupation de l'habitat des maraîchers
- Annexe III-10 : Type de construction de l'habitat des maraîchers
- Annexe III-11 : Ouvrages d'assainissement utilisés par les maraîchers
- Annexe III-12 : Mode d'occupation des champs par les maraîchers
- Annexe III-13 : Les maraîchers qui sont prêts à payer de l'eau épurée

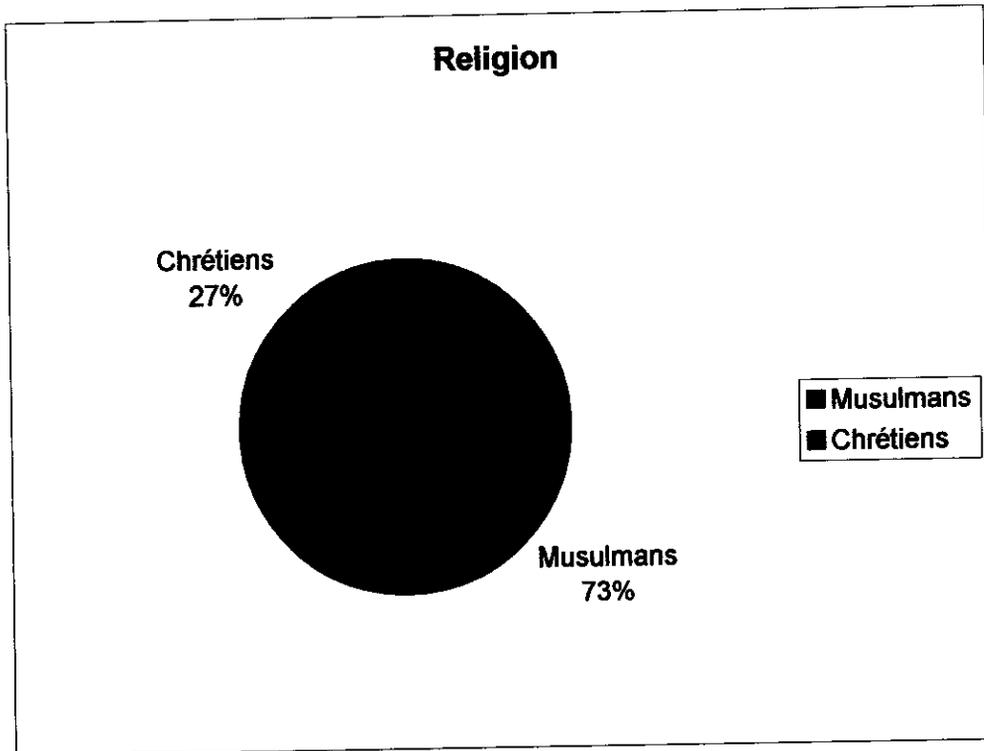
Annexe III-1



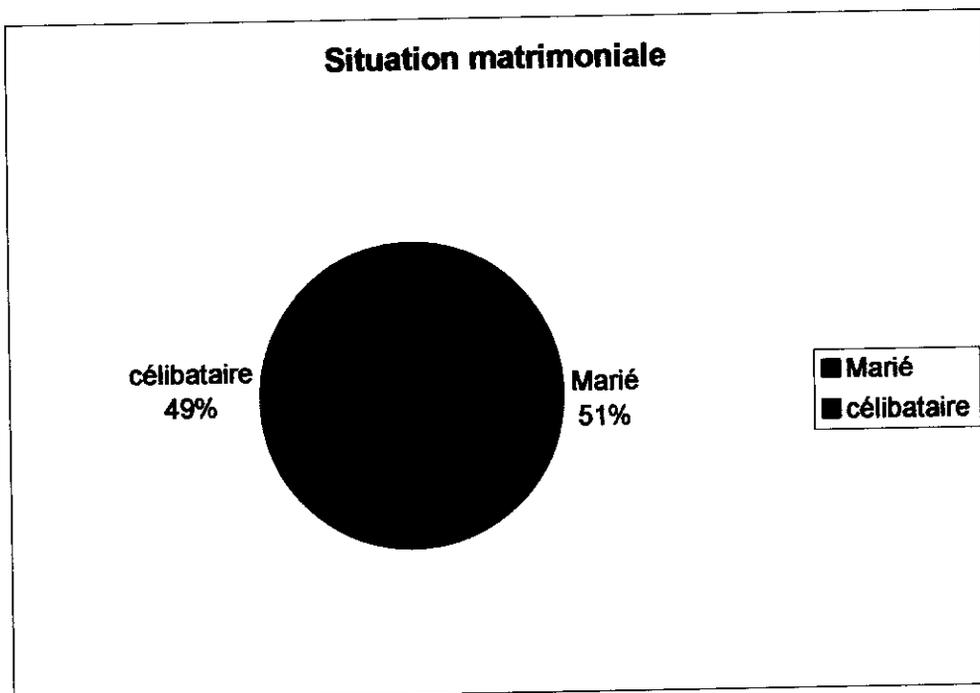
Annexe III-2



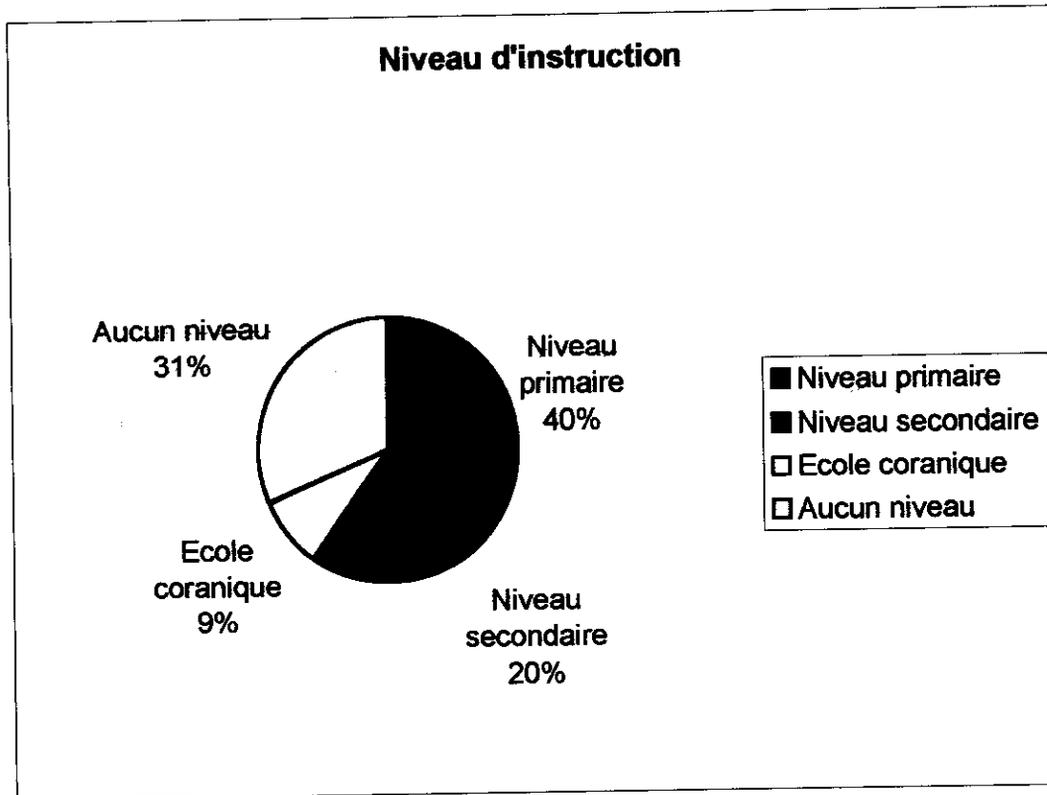
Annexe III-3



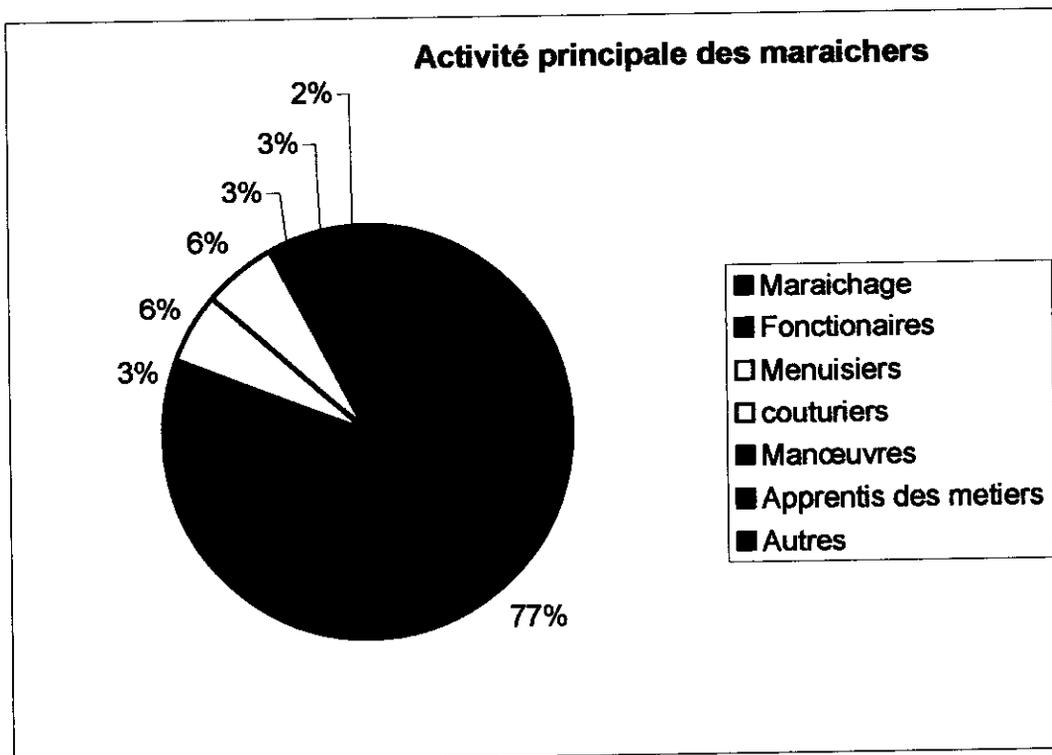
Annexe III-4



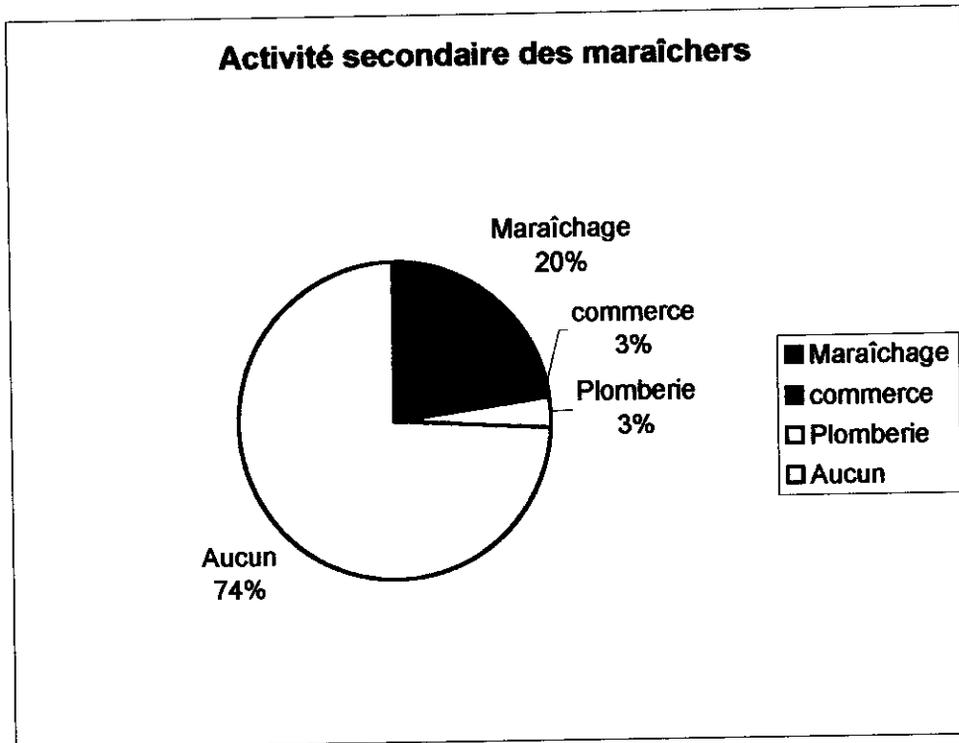
Annexe III-5



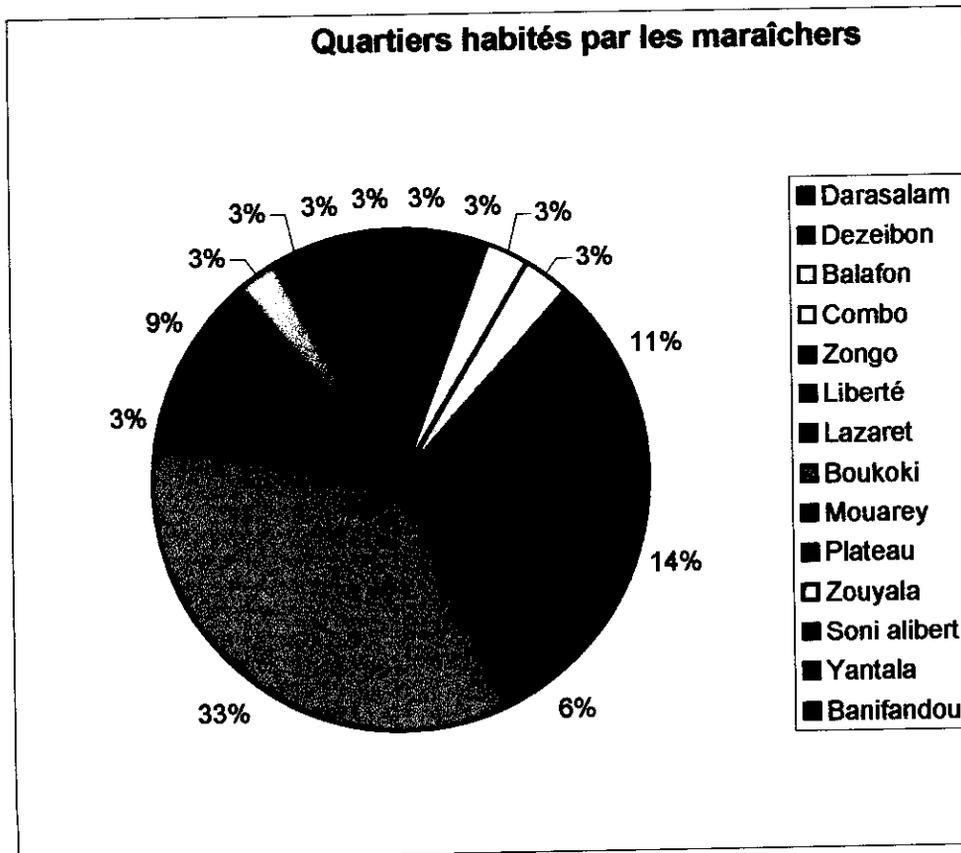
Annexe III-6



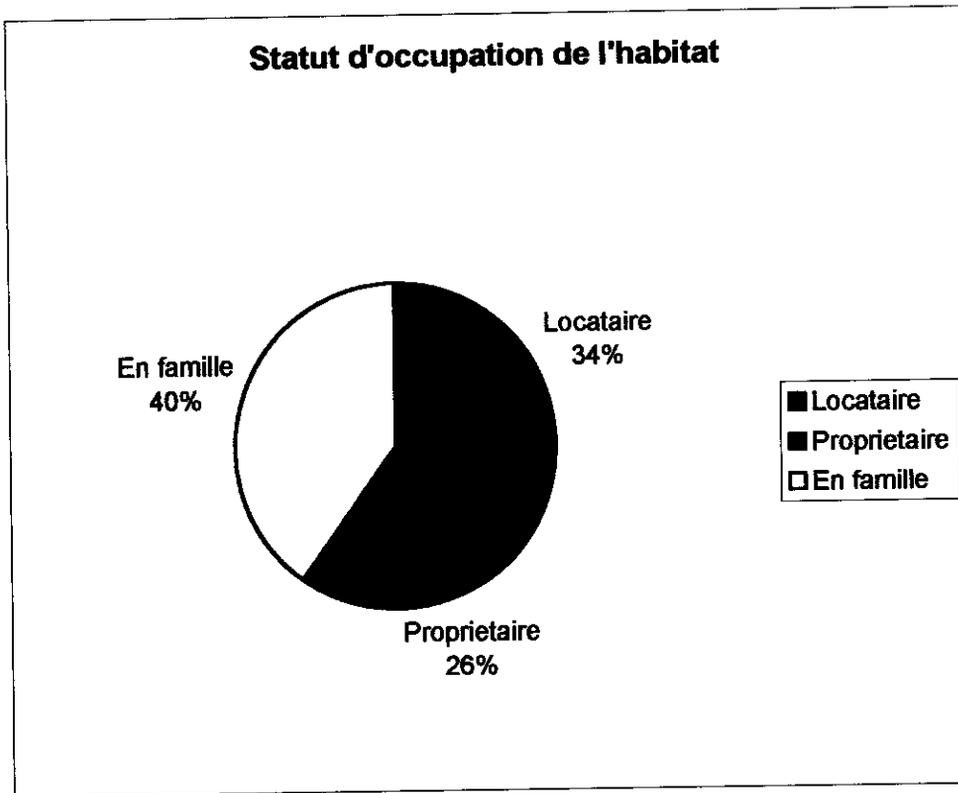
Annexe III-7



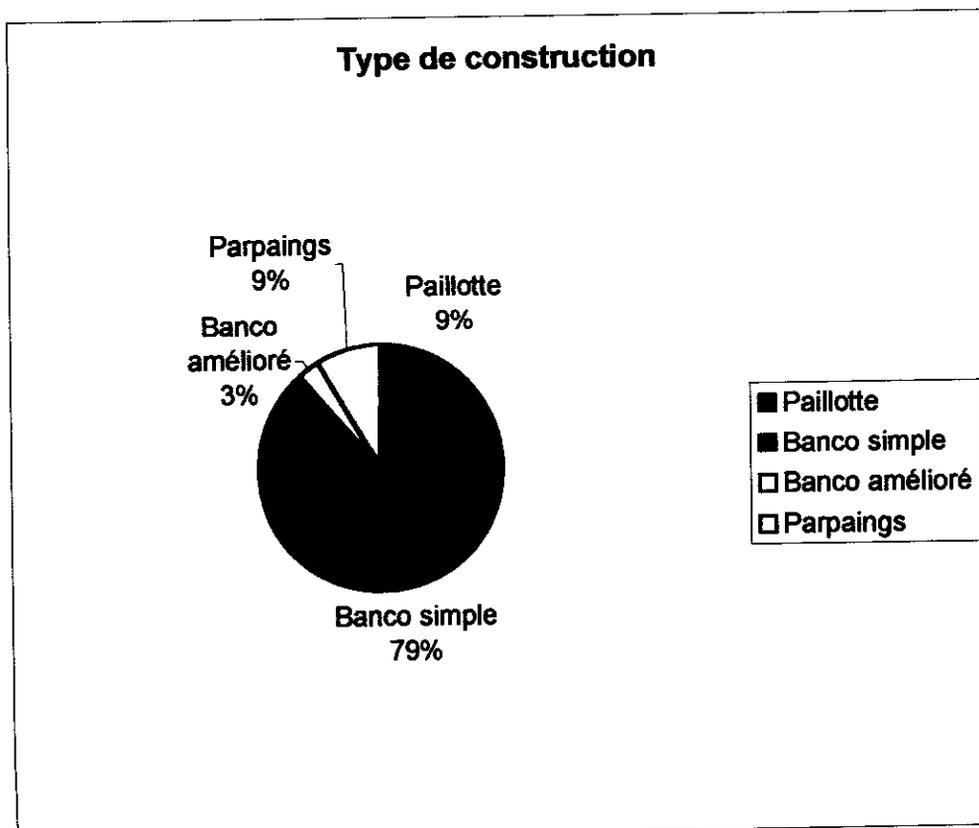
Annexe III-8



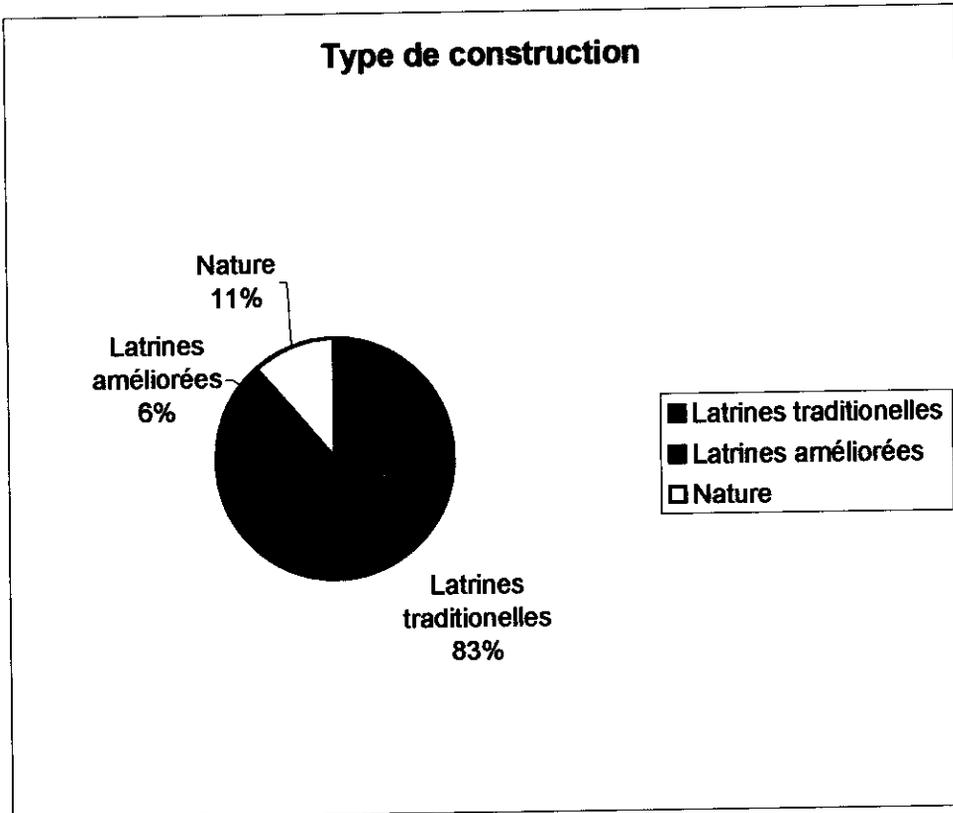
Annexe III-9



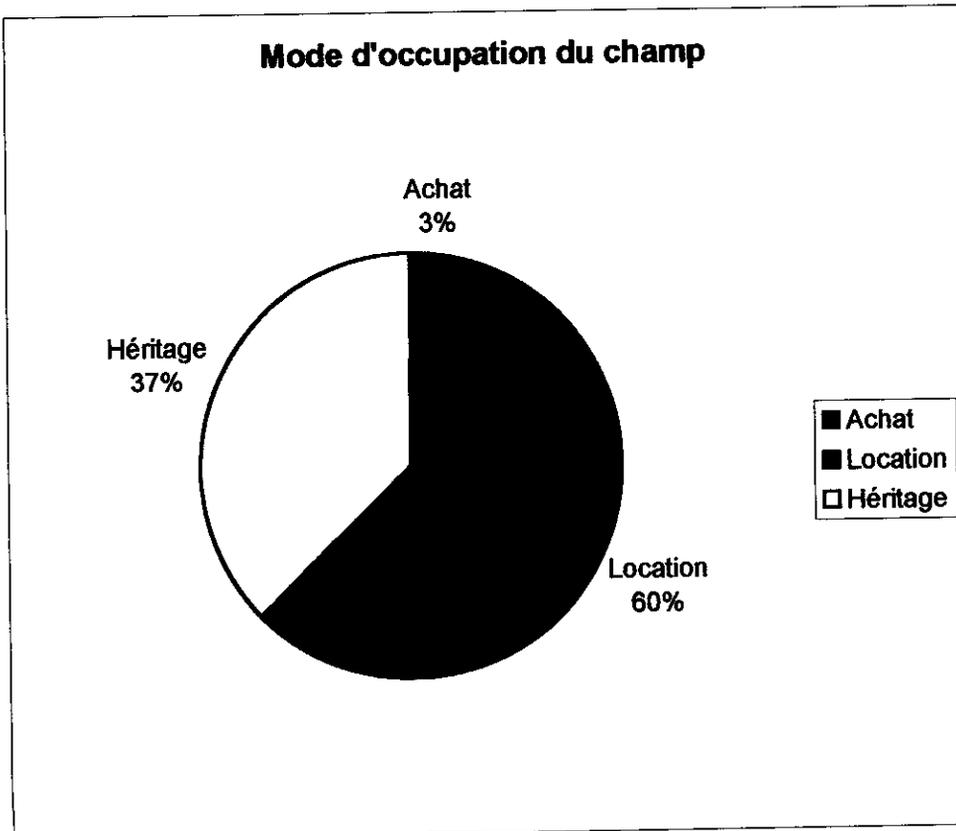
Annexe III-10



Annexe III-11



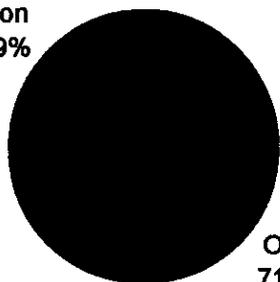
Annexe III-12



Annexe III-13

Les maraichers qui sont prêts à payer l'eau épurée

Non
29%



Oui
71%

■ Oui
■ Non