

Valorisation des sous-produits de l'épuration par lagunage en Afrique de l'Ouest et du Centre : Analyse comparative des pratiques dans six pays au Sud du Sahara.

Par : A.H. Maiga⁽¹⁾, J. Wéthé⁽¹⁾, M. Seid⁽²⁾, J.M. Mouchel⁽²⁾, A. Dembélé⁽¹⁾.

⁽¹⁾Groupe EIER/ETSHER (Direction de la recherche) 03B.P. 7023 Ouagadougou 03 (Burkina Faso) Tél. (226) 30 71 16/17 – 30 20 53

⁽²⁾CEREVE/ENPC/ENGREF/UPVM, 61, Avenue du Général de Gaulle. F 94 010 Créteil Cedex France Tél. : 33 0 1 45 17 16 25

RESUME

Malgré les efforts accomplis, la situation de l'assainissement dans les villes d'Afrique de l'Ouest et du Centre présente une dimension alarmante avec des taux d'accès des ménages aux réseaux d'égout relativement faible : moins de 30% des ménages raccordés à Abidjan et Dakar, 5% à Kumasi, 2% à Yaoundé et Douala et ½% à Niamey. Dans l'ensemble, les stations d'épuration construites dans ces localités n'ont pas été conçues en considérant la nécessité de valoriser dans les règles de l'art les sous-produits de l'épuration. Or, des pratiques de réutilisation des eaux usées brutes et de ces sous-produits sont courantes en Afrique dans les secteurs du maraîchage urbain, et de l'horticulture. Ces activités connaissent un essor particulier dans les villes subsahariennes en raison de la croissance exponentielle de la population urbaine, de l'exode rural, la crise économique, le chômage urbain, la forte demande en produits maraîchers. La sécheresse, l'insuffisance d'eau d'arrosage et la baisse de la fertilité des sols ont favorisé l'utilisation, en agriculture urbaine, d'eaux usées et de sous produits de l'épuration par lagunage.

Le projet de recherche intitulé « *Valorisation des eaux usées par lagunage dans les pays en développement : étude des cas du Burkina Faso, du Cameroun, de la Côte d'Ivoire, du Ghana, du Niger et du Sénégal* », inscrit dans le cadre du Programme Solidarité Eau (PSEau), avait pour objectifs d'analyser et de comparer les performances épuratoires des stations d'épuration par lagunage en Afrique de l'Ouest et du Centre, et les potentialités de valorisation des sous-produits de l'épuration (effluents traités, boues d'extraction, biomasse végétale).

Les enquêtes, les observations de terrain, les entretiens avec les promoteurs agricoles et les responsables en charge de la gestion d'une quinzaine de stations choisies ont permis relever un certain nombre de résultats dont les plus marquants sont entre autres :

1. Les effluents traités, la biomasse végétale collectée (macrophytes) et les boues d'extraction, principaux sous-produits issus du lagunage sont principalement réutilisés en maraîchage, horticulture et arrosage des espaces verts. Les ratios d'arrosage des effluents sont variables selon les conditions climatiques, la disponibilité des eaux usées et ou polluées. A Ouagadougou et Niamey, villes situées en zone aride, ce ratio est de 8 à 9,75l/m²/j tandis que dans les sites du Ghana ce ratio est d'environ 135 l/m²/j [IWMI, 02]. La quantité d'effluents utilisés reste largement en dessous du potentiel existant.
2. Les fréquences et les périodes d'arrosage des parcelles agricoles sont de 1 fois/jour dans l'ensemble des sites, 2 à 3 fois/jour en saison sèche. Les tranches horaires privilégiées sont pour la plupart des stations entre 6h et 7h. Les promoteurs agricoles, pour la plupart des hommes mariés, occupent des parcelles soit de manière illégale, soit par métayage. De l'avis des promoteurs étudiés, en complément des limites des effluents et des eaux usées en nutriments, des amendements organiques, des engrais et pesticides chimiques sont utilisés pour combler les limites des capacités nutritionnelles et de protection des plantes.

Les sous-produits de l'épuration s'ils sont utilisés dans des conditions optimales offrent assez d'avantages dont notamment leur gratuité, sa pérennité, la richesse de ces nutriments, la création d'emplois, la garantie de revenus substantiels, etc. Les inconvénients sont ressentis par les promoteurs utilisant essentiellement les eaux usées. Le premier de ces inconvénients est la pollution élevée de ces eaux, susceptible d'avoir des conséquences directes et indirectes chez les promoteurs, manipulateurs et consommateurs. A cause des bonnes performances épuratoires des stations par lagunage, ces inconvénients sont moindres et pas facilement identifiables par les promoteurs installés en aval des exutoires de ces stations. Pour assurer une eau usées de qualité meilleurs les promoteurs devraient faire appel ou promouvoir les effluents issues des stations. (Koné et al., 01), (Yacouba et al., 01), (Cissé, 97).

Mots clés : Eaux usées, Station d'épuration, Sous-produits de l'épuration, Valorisation, Agriculture urbaine

Remerciements : Ministère Français des Affaires Etrangères (PSEau), Centre d'Etudes et de Recherche sur l'Eau, la Ville et l'Environnement (CEREVE/ENPC/UPVM), AQUADEV, Université Abdou Moumouni de Niamey au Niger, ONAS, Equipe des chercheurs de Cambérène-MHEA, ONES, Université de Yaoundé 1 (Water Research Unit), CREPA-Siège, CREPA-CI, IWMI, TMA

INTRODUCTION : CONTEXTE ET JUSTIFICATION DU PROJET DE RECHERCHE

Plusieurs études sur la démographie ont révélé que dans les pays en développement les villes connaissent une croissance sans mesure depuis plusieurs décennies. C'est en particulier le cas des villes d'Afrique de l'Ouest et du Centre dont les taux de croissance annuelle de la population sont particulièrement élevés : Dakar, Ouagadougou et Yaoundé (5% à 7%/an), Niamey (4,3%/an), Kumasi (3,3%/an). La crise économique couplée à la non-maîtrise de la planification urbaine sont entre autres des facteurs de dysfonctionnement d'un développement urbain harmonieux dans cette région du monde. La situation des services urbains de base, en particulier l'eau et l'assainissement, conserve une dimension alarmante. Si l'approvisionnement en eau potable s'est sensiblement amélioré dans plusieurs villes africaines durant les décennies 1980 – 2000, il n'en est pas de même pour l'assainissement urbain. Le taux d'accès des ménages aux réseaux d'égout, et dans une certaine mesure aux ouvrages d'assainissement autonome décents (fosse septique) est relativement plus faible. Malgré les efforts consentis par les gestionnaires urbains pour réaliser des systèmes d'égout dans quelques grandes agglomérations on relève encore moins de 30% des ménages raccordés à Abidjan et Dakar, 5% à Kumasi, 2% à Yaoundé et Douala et ½% à Niamey. Le reste des ménages se partagent entre les systèmes autonomes tels que les latrines traditionnelles (avec 50% des ménages de Kumasi, 58,4% à Niamey), les latrines améliorées type VIP (avec 10% à Kumasi, 18,3% à Niamey), les fosses septiques (26% à Kumasi, 11% à Niamey) et le milieu naturel (9% des ménages de Kumasi et 11,2% à Niamey). Par ailleurs, diverses études d'évaluation des stations de traitement des eaux usées sont révéler que les technologies intensives¹ qui représentaient 76% des stations construites en Afrique francophone, (CIEH, 93) sont inadaptées du fait du coût d'exploitation élevé, de la non-disponibilité des pièces de rechange, du manque d'expérience et de la non-appropriation technologique du personnel en charge de la gestion de ces systèmes. L'abandon de ces ouvrages est ainsi constaté dans certaines villes : par exemple, 09 stations par boues activées sur les 10 que compte Yaoundé sont dans cette situation.(Wéthé, 99).

Dans l'ensemble, les systèmes d'épuration construits en Afrique au Sud du Sahara n'ont pas été conçus en considérant la nécessité de valoriser dans les règles de l'art les sous-produits de l'épuration. Or, des pratiques de réutilisation des eaux usées brutes et de ces sous-produits sont courantes en Afrique dans les secteurs du maraîchage urbain, et de l'horticulture. Ces activités connaissent un essor particulier dans les villes subsahariennes en raison de la croissance exponentielle de la population urbaine, de l'exode rural drainant particulièrement des jeunes ruraux sans diplômes ni qualification autre que l'agriculture. La sécheresse, la baisse de la fertilité des sols, le chômage et le développement des services urbains marchands (restaurants, hôtels, hôpitaux, cantines scolaires, tourisme, etc.) fortement demandeurs des produits maraîchers encouragent ainsi la pratique de l'agriculture en milieu urbain.

Plusieurs études ont été menées sur ce sujet mais de manière sectorielle, rendant ainsi difficile une comparaison des pratiques et la perception des promoteurs de réutilisation des eaux usées et des sous-produits de l'épuration dans différents contextes socio-climatiques en Afrique au sud du Sahara. Le projet de recherche intitulé « *Valorisation des eaux usées par lagunage dans les pays en développement : étude des cas du Burkina Faso, du Cameroun, de la Côte d'Ivoire, du Ghana, du Niger et du Sénégal* » a conduit en prenant en considérant ces paramètres. Ce projet s'inscrit dans le cadre du Programme Solidarité Eau (PSEau), volet de recherche *Gestion durable des déchets et de l'assainissement urbain*. Il a été conduit en partenariat avec le Groupe des Ecoles Inter-Etats EIER/ETSHER et le Centre de Recherche sur l'Eau, la Ville et l'Environnement (CEREVE) basé à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

II- OBJECTIF ET METHODOLOGIE

L'un des principaux objectifs poursuivis par ce travail de recherche était d'analyser et de comparer les performances épuratoires des stations d'épuration par lagunage en Afrique de l'Ouest et du Centre, et les potentialités de valorisation des sous-produits de l'épuration (effluents traités, boues d'extraction, biomasse végétale).

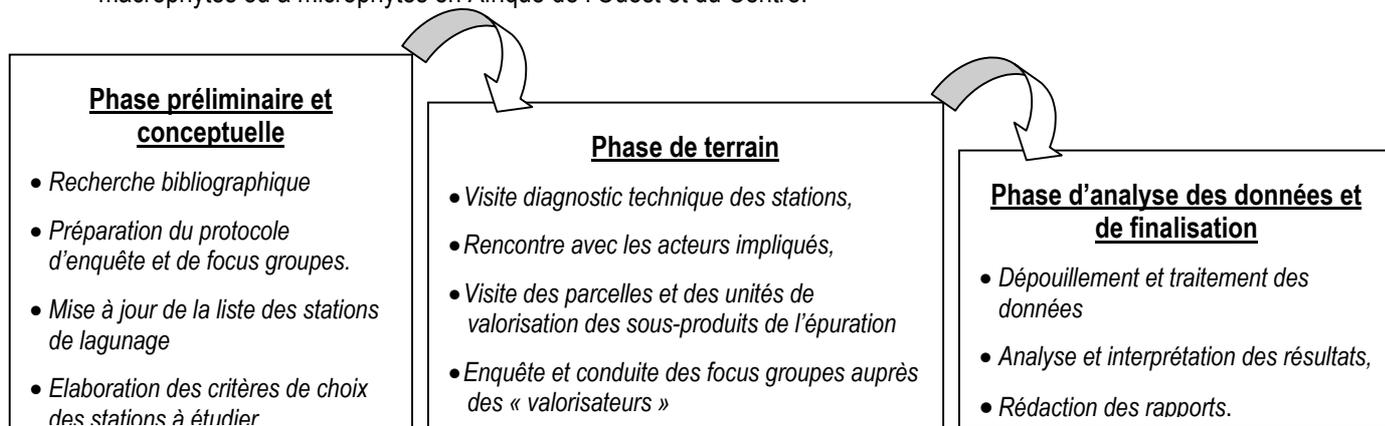
L'action spécifique qui en a découlée était d'évaluer la compatibilité des usages faits des sous-produits de l'épuration avec la quantité et la qualité de ces derniers à partir d'exemples pratiques au Burkina Faso, au Cameroun, en Côte d'Ivoire, au Ghana, au Niger et au Sénégal. Pour atteindre cet objectif, la démarche méthodologique suivante a été établie.

Les résultats attendus sont les suivants :

- mieux connaître les systèmes d'épuration par lagunage en Afrique de l'Ouest et du Centre,

¹ Parmi ces technologies, les procédés par boues activées, le chenal d'oxydation sont majoritaires. Les systèmes naturels dont le lagunage ne représentent que 10% des ouvrages construits avant 1993. [CIEH, 93].

- mettre en évidence les contraintes de fonctionnement, d'entretien, de maintenance, de gestion ou d'exploitation des différents systèmes existants,
- évaluer les possibilités de valorisation des sous-produits de l'épuration des eaux usées par lagunage à macrophytes ou à microphytes en Afrique de l'Ouest et du Centre.



L'étude a porté sur une quinzaine de stations d'épuration par lagunage installées dans les six pays ci-dessus cités. Certains sites ont fait l'objet de focus groupe en plus de la collecte des données techniques et organisationnelles à partir des fiches d'enquête établies. (voir tableau 1).

Tableau 1 : Dénomination des stations de l'échantillon final

Dénomination	Focus groupe ?	Dénomination	Focus groupe ?
EIER – macrophytes Ouagadougou (Burkina Faso)	Oui	New West Tema Treatment Works(Ghana)	Non
EIER – microphytes Ouagadougou (Burkina Faso)	Non	Akossombo(Ghana)	Non
Biyem Assi – macrophytes Yaoundé (Cameroun)	Non	Université de Niamey(Niger)	Oui
Biyem Assi – macrophytes Yaoundé (Cameroun)	Oui	Cambéréne – MHEA Dakar (Sénégal)	Oui
Campus I&II Bouaké (Côte d'Ivoire)	Oui	SHS Dakar (Sénégal)	Non
Collège / Lycée II Dabou (Côte d'Ivoire)	Oui	Saint Louis (Sénégal)	Oui
Dabou B (Côte d'Ivoire)	Non	Louga (Sénégal)	Non
CHR Daloa (Côte d'Ivoire)	Non	Saly Portugal (Sénégal)	Non
Huilerie de palme Gbapet (Côte d'Ivoire)	Non	18 stations choisies	08 Focus groupe à conduire
West Tema Treatment Works(Ghana)	Oui		

Le choix final des stations ci-dessus s'est opéré sur la base des six (06) critères suivants :

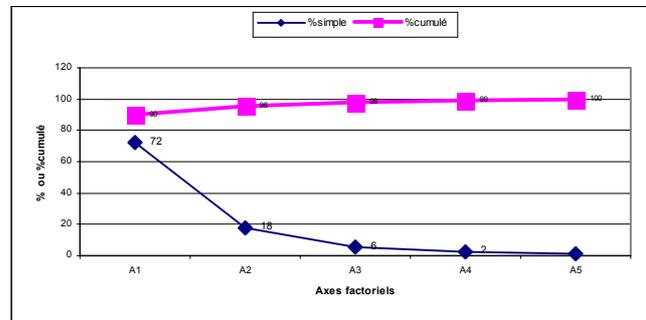
1. la station traite effectivement des eaux usées et non des boues de vidange des fosses septiques ;
2. la valorisation effective ou potentielle des sous produits de l'épuration (effluent traité, biomasse végétale, boue d'extraction) ;
3. la possibilité d'entretien avec des groupes homogènes (focus groupe) ;
4. la possibilité de trouver localement auprès des structures de recherche associées au projet le maximum de données concernant les études, la réalisation et le suivi des stations ;
5. la répartition géographique des stations afin de tenir compte du climat dans l'analyse des performances épuratoires et hydrauliques ainsi que des contraintes ou des atouts de la valorisation des sous produits de l'épuration ;
6. l'éloignement, la distance de la station par rapport à la capitale et son accessibilité pour tenir compte des contraintes budgétaires et du délai alloué à l'étude ;

L'enquête a été menée suivant une combinaison des approches qualitatives et quantitatives, aux travers d'outils tels que les techniques de recueil des données par observation directe, les guides d'entretiens, des questionnaires et des focus groupes. Les entretiens avec des groupes de 05 à 10 personnes (Focus Groupe), ont consisté à regrouper les utilisateurs réel ou potentiels des sous-produits du lagunage autour des questions liées à leurs activités (pratiques, problèmes rencontrés, aspects socioéconomiques etc.). Deux méthodes de traitement des données ont été utilisées. La première s'est appuyée sur le logiciel Excel compte tenu du nombre réduit des fiches (16 au total). La seconde méthode, basée sur l'utilisation des analyses factorielle des correspondances a permis, grâce au logiciel SPAD de faciliter l'interprétation des résultats précédents par une représentation « graphique » des paramètres étudiés. Cette méthode

multivariée permet une étude simultanée de grands nombres de variables dont l'information n'est pas à priori facilement visualisable. Elle rend ainsi lisible les corrélations possibles ou les antagonismes entre les variables (les 16 stations) et les paramètres (55) des observations collectés sur terrain. Comme le montre le tableau ci-dessous, l'analyse des données par SPAD 3.1. permet de constater que les deux premiers axes factoriels (Axe1 X Axe2) concentrent à eux seuls près de 90% des informations collectées.

Tableau 2 : Analyse des correspondances binaires (valeurs propres) entre les variables d'observation (stations)

N° Axe	Valeur propre	%simple	%cumulé
A1	0.1368	72	90
A2	0.0333	18	96
A3	0.0105	6	98
A4	0.0046	2	99
A5	0.0026	1	100



Les résultats qui suivent seront interprétés à partir des deux méthodes de traitement ainsi présentées.

III- RESULTATS ET ANALYSES

L'étude a porté sur 16 stations d'épuration par lagunage construites dans les six pays choisis. En les comparant sous SPAD selon le type de lagunage utilisé, les objectifs assignés à chacune de ces stations, on obtient la figure 1 qui montre que le paramètre **Objectif** de la station est prédominant, suivi du paramètre **Type de lagunage**. La position du paramètre **Niveau de réalisation** est commune à l'ensemble des stations. Il ressort de cette figure une répartition des systèmes étudiés en trois grands groupes en considérant l'influence de l'objectif assigné aux stations :

- 1- le premier compte deux (02) des stations d'épuration par lagunage à macrophytes dont l'objectif assigné est essentiellement la recherche : ce sont les stations expérimentales à macrophytes de l'EIER 2 à Ouagadougou (laitue d'eau) et de l'Université de Niamey au Niger (à lentille d'eau).
- 2- le second groupe est composé de trois (03) stations d'épuration par lagunage avec comme objectif le traitement des eaux usées et la recherche : il s'agit de la station à lagunage à microphytes de l'EIER1 à Ouagadougou et la stations expérimentale à macrophytes (*Pistia stratiote*) de Biyem Assi à Yaoundé (au Cameroun) et d'autre part, de la station expérimentale de la technologie MHEA basée à Cambéréne (à Dakar au Sénégal) dont l'objectif primaire est de tester une panoplie d'espèces végétales en fonction des paramètres socio-climatologiques, techniques environnementaux et sanitaires de la région.
- 3- le troisième groupe concerne onze (11) stations de lagunage à microphytes dont celles de Bouaké, Dabou A&B, Daloa et Gbapet en Côte d'Ivoire, celles de Saly Portudal, de Saint Louis et de Louga (au Sénégal), celle de Tema (ancienne et nouvelle) et d'Akossombo (au Ghana) et enfin celle de l'EIER à Ouagadougou (au Burkina Faso).

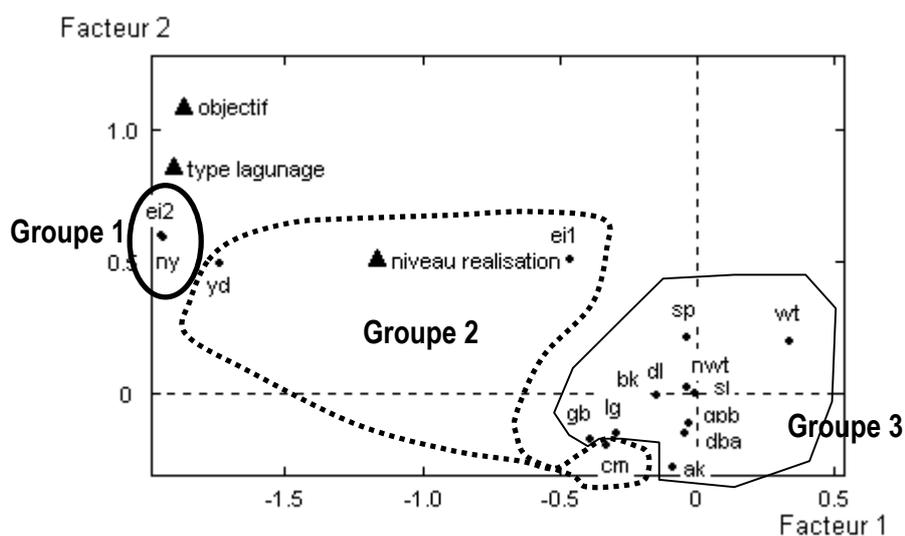


Figure 1 : Résultat d'analyse factorielle des correspondances entre les stations selon les variables Objectif X Type de lagunage X Niveau de réalisation à la date d'étude.

LEGENDE :			
ak :	station à microphytes d'Akossombo au Ghana	bk :	station à microphytes de Bouaké en Côte d'Ivoire
cm :	station mixte de la MHEA à Cambérène au Sénégal	dba :	station à microphytes de Dabou A en Côte d'Ivoire
dbb :	station à microphytes de Dabou B en Côte d'Ivoire	dl :	station à microphytes de Daloa en Côte d'Ivoire
ei1 :	station à microphytes de l'EIER	ei2 :	station à microphytes de l'EIER
gb :	station à microphytes de Gbapet en Côte d'Ivoire	lg :	station à microphytes de Louga au Sénégal
nwt :	nouvelle station à microphytes de Tema au Ghana	ny :	station de l'Université Abdou Moumouni de Niamey
sl :	station à microphytes de Saint Louis au Sénégal	sp :	station à microphytes de Saly Portugal au Sénégal
wt :	station à microphytes de Tema au Ghana	yd :	station à macrophytes de Biyem Assi à Yaoundé

II.1/- Domaines de valorisation des sous produits de l'épuration dans les sites étudiés

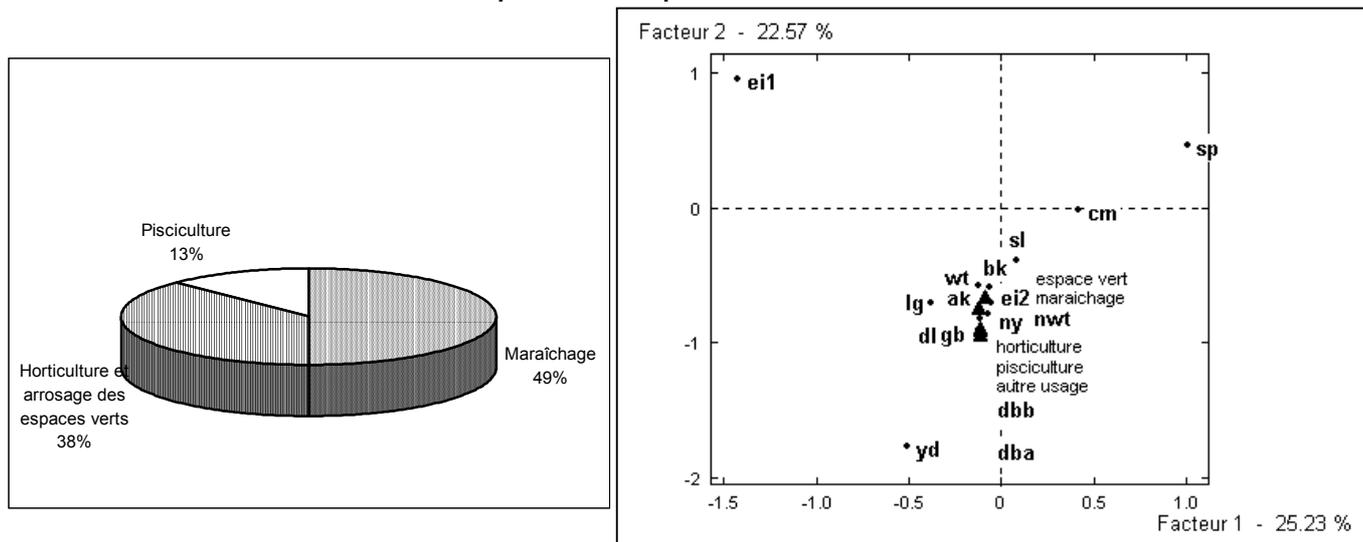


Figure 2 : Principaux domaines de réutilisation des sous-produits de l'épuration et Résultat de l'AFC entre les stations selon les variables Maraîchage X Horticulture X Espace vert X Pisciculture X Autre domaine.

Les effluents traités, la biomasse végétale collectée (macrophytes) et les boues extraites des bassins de stabilisation sont les principaux sous-produits issus du lagunage. Les observations autour des sites ont permis de relever que la réutilisation des sous-produits de l'épuration était pratiquée dans 08 stations. Suivant le nombre des observations, il ressort de la figure 2 (secteur) que le maraîchage urbain (avec environ 50% des sites) est le secteur agricole où les sous-produits de l'épuration, principalement les effluents traités ou non, sont les plus utilisés. Ce secteur est suivi respectivement par l'horticulture et l'arrosage des espaces verts (38%) et la pisciculture (12%). Ce dernier volet est pratiqué principalement à Niamey et une expérience est envisagée à Akossombo. Les effluents issus des stations de lagunages de Yaoundé, de Bouaké, de Dabou, de Daloa, de Gbapet, de Tema ne sont pas directement utilisés. Rejetés dans les cours d'eau et les lacs ces eaux connaissent une dilution avant leur réutilisation en maraîchage.

La biomasse végétale est valorisée principalement dans les stations expérimentales à macrophytes de l'EIER2 (laitue d'eau ou *Pistia stratiote*), de Niamey (*lemna* ou jacinthe d'eau) et de Yaoundé (*Pistia stratiote*). Cette réutilisation reste encore à l'échelle expérimentale. A Ouagadougou (EIER2) sont soit directement enfouies dans les sols agricoles ou alors co-compostées avec les ordures ménagères du campus de l'EIER et les boues de la station. A Yaoundé, la fréquence de récolte des macrophytes est de une fois toutes les deux semaines et à chaque fois 70kg de laitue d'eau sont extraites des bassins de stabilisation. A Niamey, la jacinthe d'eau est récoltée tous les 10 jours tandis que le *lemna* est extrait tous les 02 jours. La fréquence de récolte est donc fonction des conditions pédoclimatiques et des espèces en présence. La réutilisation expérimentale des lentilles d'eau à l'Université de Niamey est centrée sur la fabrication des contreplaqués, des spirales anti-moustique et pour la nutrition des *tilapia* en pisciculture. Des essais de co-compostage avec la jacinthe d'eau et les déchets organiques sont en cours dans ce site. Ce type de biomasse, peu fibreuse, est en effet reconnu pour sa richesse en nutriment (protéines et vitamine) et les résultats de ces expériences en cours dans ce site semblent concluant bien que partiels.

Les boues d'épuration, du fait de la rareté de leur extraction dans les différents sites étudiés, n'ont fait l'objet de réutilisation que dans les sites de Louga, de Cambérène, de Yaoundé et de l'EIER1, qui sont les stations ayant déjà effectué au moins une extraction avant la date de la visite. Après avoir séjourné sur les lits de séchage ou dans les espaces vides proches des installations, ces boues sont alors récupérées gratuitement par les promoteurs agricoles à

des fins d'épandage direct ou indirect après co-compostage avec les ordures ménagères ou les macrophytes extraites des bassins de stabilisation.

II.2/- Potentiel d'effluents produits, pratiques et quantités utilisées dans les sites enquêtés

Les valeurs de débit présentées dans le tableau 4 sont issues des différents rapports de suivi des stations étudiées.

Tableau 4 : Quantités journalières d'eaux usées entrant dans quelques sites visités.

N°	Nom STEP	Débit journalier (m ³ /j)	N°	Nom STEP	Débit journalier (m ³ /j)
1	Saly Portugal	1.000	7	EIER2Ouaga	3
2	Louga	282,86	8	West Tema Treatment Works	36.000
3	Cambérène – MHEA	0,5	9	Akossombo	6,8
4	Niamey	4,5	10	GBAPET: Huilerie de palm	160
5	Yaoundé	30	11	Dabou A : Collège/Lycée	4.664
6	EIER1Ouaga	45	12	Dabou B	8.610

Les quantités d'eaux usées ou polluées utilisées en maraîchage sont variables selon les sites. A Ouagadougou par exemple, les études précédentes avaient estimé à 56m³/j la quantité d'eaux usées effectivement utilisées dans 70ha de site maraîcher de la ville ; ce qui représente en moyenne 1,95 millions de m³/an. [Wéthé et al., 01], [Cissé, 97]. Le ratio qui en découle est de 8 l/m²/j de parcelle agricole. Dans la région de Kumasi au Ghana, ce ratio est d'environ 135 l/m²/j [IWMI, 02]. A Niamey, le volume d'eaux usées effectivement utilisées pour arroser les plantes est estimé environ 2.000m³/j représentant d'une part, 80% des eaux usées drainées par le canal central vers le fleuve Niger et d'autre part, moins de 4% de la production totale d'eaux usées de cette ville. Le ratio évalué sur une parcelle maraîchère de 4.200 m² est de 9,75 l/m²/j dans cette localité. Ces différents résultats montrent que la part des eaux usées utilisées en agriculture urbaine est très faible (moins de 12%) si on les compare à la production annuelle d'eaux usées d'environ 17 millions ; cette valeur est de moins de 4% à Niamey. Sur la base de ces ratios, estimés à Niamey, Ouagadougou, Ghana et les volumes d'eaux usées du tableau 4, on peut évaluer à environ 7.000m² la surface totale potentiellement arrosable avec les effluents effectivement produits par ces stations.

Des résultats du Focus groupe à Ouagadougou, Niamey, Dakar et Yaoundé, il ressort que les eaux usées et polluées utilisées en agriculture urbaines sont acheminées dans les parcelles de deux manière : en utilisant des seaux et des arrosoirs de 10 à 15 litres pour la plupart des maraîchers ou alors en effectuant une irrigation par des canalisations avec ou sans motopompe (cas de plus de 50% des maraîchers de la ville de Kumasi au Ghana). [IWMI, 02]. La fréquence d'arrosage est de 1 fois/jour dans l'ensemble des sites, mais au cours de la saison sèche, les promoteurs arrosent parfois les cultures 2 à 3 fois/jour en fonction du type de plante. L'activité d'arrosage se fait principalement tôt le matin, entre 6h et 7h à Ouagadougou et à Niamey, (Cissé et al, 97), (Wéthé et al., 01), (01), (01), (01), (Abdou, 02). De l'avis des promoteurs de Pikine, les périodes d'arrosage sont entre 10h et 11h du matin ou entre 15h à 17h dans l'après-midi, tranches horaires pendant lesquelles « la température de l'eau, relativement est plus agréable et favorable à la marche à pieds nus ». (IAGU, 01).

II.3/- Caractérisations des promoteurs agricoles dans quelques centres étudiés

Les raisons de choix de l'activité agricole en milieu urbain sont multiples et le problème du chômage en milieu urbain africain a été plusieurs fois cité. En effet, l'étroitesse du marché de l'emploi devenu de plus en plus sélectif dans les pays africains, la baisse du recrutement dans les fonctions publiques et les entreprises privées, l'exode accru des jeunes vers les villes, etc., contraignent certains citoyens en âge d'activité à s'orienter vers le maraîchage qui ne demande pas de qualification particulière. D'autres raisons plus spécifiques à certaines villes justifient également ce choix. A Ouagadougou il s'agit en outre de la faillite dans une activité antérieure (petit commerce), de l'héritage de l'activité chez un parent (fatigué ou décédé), du licenciement (Cissé, 97), (Wéthé et al, 01) (Focus groupe-Ouaga). A Niamey, il a été question de subvenir aux besoins familiaux, de garantir l'autoconsommation du ménage, d'avoir des revenus substantiels et de profiter de l'opportunité offerte par la présence gratuite des eaux usées. (Focus groupe-Niamey). Pour les acteurs de Yaoundé, il s'est agit de la nécessité « d'arrondir les fins de mois » et d'avoir un revenu supplémentaire pour les salariés. (Kengné, 02), (Focus groupe-Yaoundé). Enfin à Dakar comme à Kumasi, cette idée contribue à la lutte pour avoir un revenu régulier (IWMI, 02), (IAGU, 01), (Focus groupe-Sénégal et Ghana). Les enquêtes individuelles à Yaoundé, Ouagadougou, au Ghana et dans la région de Dakar, couplées aux entretiens de groupes relèvent quelques points caractéristiques communs ou divergents entre les promoteurs agricoles dans ces localités.

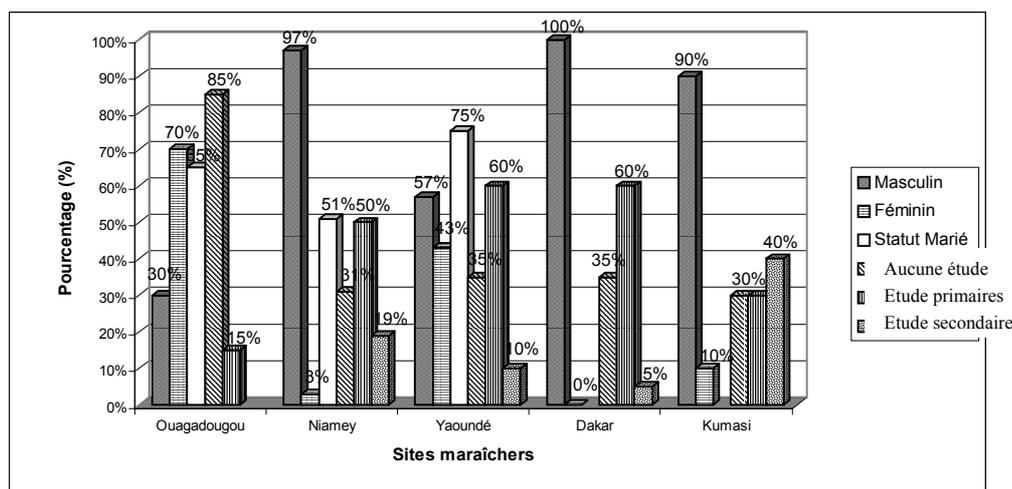


Figure 3 : Paramètres caractéristiques des maraîchers de certains sites.

L'observation de la figure 3 révèle la prédominance du genre masculin dans l'activité agricole en milieu urbain en Afrique de l'Ouest et du Centre. Cette situation est plus marquée à Niamey (97%), à Dakar (100%) et à Kumasi (90%). L'écart est atténué à Yaoundé (57%) et inversé Ouagadougou (30%). Les promoteurs mariés sont nombreux (75% à Yaoundé, 65% à Ouagadougou et un peu plus de la moitié à Niamey). L'analyse du paragraphe précédent est justifiée par la situation des sous-scolarisation des promoteurs agricoles avec plus d'ampleur à Ouagadougou (ou près de 85% des promoteurs n'ont jamais connu le chemin de l'école et près du tiers à Niamey, Dakar, Yaoundé et Kumasi).

II.4/- Statut foncier

Tableau 6 : Statut foncier de la parcelle agricole et nombre de parcelles

Paramètres		Ouagadougou	Niamey	Yaoundé	Dakar	Kumasi
Nombre de parcelles	Une seule	65%	94%	60%		75%
	Au moins deux	35%	6%	40%		25%
Statut foncier	Propriétaire	20%	-	4%	37%	12%
	Héritage/parcelle familiale	40%	37%	40%	5%	52%
	Métayage/ Location	10%	63%	22%	48%	-
	Occupation libre/gratuite	30%	-	34%	10%	36%

Deux tiers des agriculteurs interrogés à Ouagadougou, Niamey et Yaoundé déclarent posséder une seule parcelle agricole avec des superficies moyennes cultivées de 230 à 300m², environ à Ouagadougou, environ 4.000m² le long du fleuve Niger à Niamey, 200 à 600m² à Yaoundé et 1.000 à 20.000m² dans la région périphérique de Kumasi. L'autre tiers possède au moins deux parcelles agricoles sur les sites. Les espaces occupés par l'agriculture urbaine sont en général des bas fonds marécageux, les terrains libres inoccupés, les lits des cours d'eaux, les exutoires des effluents issus des stations d'épuration. Ces parcelles jouissent pour la plupart d'un statut foncier précaire. Plus du tiers des parcelles sont occupées de manière illégale sans autorisation des légitimes propriétaires qui est l'Etat ou la municipalité. En l'absence de toute autorité en charge de la surveillance de ces lieux, les promoteurs agricoles viennent ainsi les coloniser en attendant d'éventuels déguerpissements. Les parcelles faisant partie des terrains familiaux ou de l'héritage sont sujettes au métayage de la part des propriétaires et des autochtones ou alors relève du droit coutumier coordonné par les chefs traditionnels (cas de Yaoundé et Kumasi). Les conditions de location annuelle des parcelles agricoles sont diverses selon les pays. Il s'agit dans la plupart des cas d'un loyer annuel allant de 15.000 à 100.000 fCFA/an à Yaoundé, 48.000 fCFA/an à Niamey ou alors du partage du produit de la récolte entre l'agriculteur et son « bailleur ». [IAGU, 01], [Wéthé et al., 01], [Kengné et al., 01], [Abdou, 02], [IWMI, 02].

II.5/- Produits complémentaires des sous-produits de l'épuration par lagunage

De l'avis de certains promoteurs, des fertilisants complémentaires et des pesticides sont utilisés parce que les sous-produits de l'épuration « ne renferment pas tous les éléments nutritifs dont ont besoin les plantes pour croître, encore moins les armes nécessaires pour lutter contre les maladies et parasites des cultures ». Certains opérateurs reconnaissent que les engrais chimiques peuvent parfois poser des problèmes car la « mauvaise utilisation de ces

produits coûteux, sans respect des rendements d'épandage ni de la qualité des produits, est susceptible de détruire les légumes ».

Au rang des fertilisants complémentaires et des pesticides utilisés on peut en citer :

- les engrais organiques, fiente des poules, bouse d'animaux (vache, cheval, porc, âne, mouton), ordures ménagères compostées ou non, terreau, débris des récoltes, etc., produits achetés entre 1.500 et 3.000 fCFA/charrette aux éleveurs, aux récupérateurs ou à leurs intermédiaires qui les transportent.
- les engrais chimiques comme l'urée et NPK (Azote, Phosphore, Potassium), achetés entre 250 et 350fCFA/kg sur le marché local, suivant un réseau non maîtrisé par les autorités compétentes.
- les pesticides pour lutter contre les termites et les insectes dans les champs. Le focus groupe a en outre permis de relever que la cendre issue des cuisines (foyers à bois) est parfois utilisée comme « pesticide » par certains maraîchers de Yaoundé.
- les eaux des cours d'eau, des lacs et des puits, sont très utilisées dans les zones à forte pluviométrie comme Abidjan, Accra, Kumasi, Yaoundé, etc. Dans la région de Dakar (Pikine, Ouakam, Rufisque) les eaux polluées de l'océan sont utilisées aux différents exutoires des grands déversoirs des eaux usées produites dans cette ville. [IAGU, 01]. A Ouagadougou et à Niamey, les eaux polluées des barrages, des cours d'eau sont également sollicitées. A Kumasi, les maraîchers interrogés utilisent les eaux des rivières, des lacs ou des puits pour irriguer les parcelles agricoles.

II.6/- Perception des promoteurs « réutilisateurs » de sous-produits

L'importance des eaux usées dans l'agriculture urbaine est appréciée par les promoteurs agricoles différemment selon que l'on se trouve dans des zones à déficit hydrologique ou dans les zones nanties. En effet, dans les villes des pays sahéliens, à déficit pluviométrique important comme Ouagadougou, Niamey et Dakar, les agriculteurs urbains pensent que les eaux usées et polluées représentent une ressource en eau précieuse permettant de pratiquer le maraîchage pendant les saisons sèches à la suite des cultures pluviales. Les focus groupes auprès des agriculteurs et nos observations propres lors des différentes visites de terrain ont permis de cerner et de synthétiser dans les paragraphes ci-dessous, les principaux avantages et les risques environnementaux et sanitaires de l'activité agricole en milieu urbain avec réutilisation des eaux usées et polluées.

II.6.1/- Les avantages de l'utilisation des effluents et des eaux usées en agriculture urbaine en Afrique de l'Ouest et du Centre

L'utilisation des eaux usées urbaines en agriculture est une pratique qui possède des avantages certains tels que le soulignent les promoteurs agricoles rencontrés pendant la phase de focus groupe :

- la gratuité, la quasi-pérennité et la croissance de la ressource eaux usées, quelle que soit la saison climatique ; les eaux usées représentent alors une alternative à la pénurie « d'eau propre » déjà très rare surtout en saison sèche. (divers Focus groupes).
- le potentiel nutritif des eaux usées qui permettent d'améliorer la fertilité des sols et d'accroître le rendement des cultures. (divers Focus groupes) ;
- « l'amélioration de la qualité des plantes » facilitant ainsi leur vente et de fait l'augmentation des revenus ; certains promoteurs pensent que « l'utilisation des eaux usées donne aux plantes un aspect agréable et attirant pour les consommateurs » ou encore que « les eaux usées embellissent les légumes ». (Cissé, 97), (Wéthé et al., 01), (Abdou, 02), (divers Focus groupes). D'autres promoteurs vont même jusqu'à penser que « les eaux usées permettent également de tuer les insectes parasites qui attaquent les plantes, diminuant ainsi la quantité d'engrais chimiques et organiques qui coûtent chers » !!! (Focus groupe-Sénégal).
- la possibilité d'améliorer l'aspect environnemental de la cité du fait de la création d'espaces verts et de la diminution des quantités de charges polluantes déversées sans traitement dans les cours d'eau.
- l'utilisation des eaux usées en agriculture urbaine représente une importante activité économique et la garantie de revenus substantiels pour les promoteurs : à Niamey par exemple une parcelle maraîchère de 4.200m² produit une recette environ 850.000 fCFA/an/promoteur.[Abdou, 02]. Une étude menée par Cornish et al. en 2001 dans la périphérie de Kumasi l'estime à environ \$US700 à 1.000/an/promoteur, tandis qu'à Dakar elle

varie entre de 350.000 à 1.200.000 fCFA/an/promoteur selon l'expérience des promoteurs, la spéculation existante, etc. [IAGU, 01].

II.6.2/- Les inconvénients de l'utilisation des effluents et des eaux usées et polluées en agriculture urbaine en Africain de l'Ouest et du Centre

L'un des inconvénients relevés par les promoteurs agricoles situés autour des exutoires des stations expérimentales est la quantité limitée des effluents qui en découlent (Focus groupes Ouagadougou – Niamey). Les promoteurs qui ressentent des inconvénients à utiliser les sous-produits sont situés dans les sites de valorisation des eaux usées ou polluées. Au rang des inconvénients liés à l'utilisation des eaux usées et polluées en agriculture urbaine (maraîchage et horticulture), le focus groupe, les observations de terrain ainsi que les enquêtes individuelles ont permis d'en relever un certain nombre, parmi lesquels :

- la pollution trop élevée des eaux usées d'arrosage (cf. tableau en annexe). La concentration élevée des matières en suspension est susceptible de colmater le sol. Les teneurs en coliformes et streptocoque fécaux, germes témoins de la contamination fécale sont au-delà des trois unités logarithmiques exigées par les normes de l'OMS en matière d'eau d'arrosage des plantes. La situation parasitologique des eaux usées et polluées de Yaoundé est alarmante, notamment pour les sites maraîchers situés dans les bassins versant densément peuplés présentant des taux de contamination en œufs d'helminthe et en kyste de protozoaires de plus de 33% des échantillons positifs alors que l'OMS recommande zéro pour les eaux destinées à l'agriculture. A Kumasi les analyses d'une dizaine de points échantillons dans les cours d'eau et zones humides dans lesquelles se pratique le maraîchage ont montré de taux anormaux de charges polluantes de l'ordre de 10^{10} à 10^{11} UFC/100ml. [IWMI, 02].
- les risques accrus de contamination et d'exposition à des maladies d'origine hydriques : démangeaisons cutanées, bilharziose, paludisme, « maux de ventre », typhoïde etc.
- les risques accrus de contamination des produits de la récolte avec des conséquences certaines pour les manipulateurs de ces légumes, les consommateurs.

CONCLUSION

Cette étude a permis de relever que la plupart des stations d'épuration des eaux usées dans les villes d'Afrique de l'Ouest et du Centre n'ont pas été conçues au départ en prenant en considération le volet valorisation des sous-produits qui en découlent. Or, des pratiquent de maraîchage et d'horticulture avec réutilisation des eaux usées ou des effluents se développent de plus en plus dans les villes africaine du fait de la baisse de la fertilité des sols, du chômage et de la forte demande en produits maraîchers. Les effluents traités, la biomasse végétale collectée et les boues extraites des bassins de stabilisation sont les principaux sous-produits du lagunage utilisés principalement en maraîchage, en horticulture et pour l'arrosage des espaces verts.

Les rendements d'arrosage dépendent des villes, des saisons climatiques et des quantités disponibles : 8 l/m²/j à Ouagadougou, 9,75 l/m²/j à Niamey et 135 l/m²/j. Il en est de même des fréquences et des périodes d'arrosage des parcelles agricoles : 1 fois/jour dans l'ensemble des sites, 2 à 3 fois/jour en saison sèche ; Les tranches horaires privilégiées sont pour la plupart des station entre 6h et 7h sauf dans certaines stations de Dakar (10h et 11h du matin ou entre 15h à 17h dans l'après-midi) pour des raisons de , tranches horaires pendant lesquelles « confort lors du contact eau –piéton ». Les principales raisons de choix de cette activité est le chômage en milieu urbain et la baisse des revenus. Les promoteurs agricoles, pour la plupart des hommes mariés, occupent des parcelles soit de manière illégale, soit par métayage. De l'avis des promoteurs étudiés, en complément des limites des effluents et des eaux usées en nutriments, des amendements organiques, des engrais et pesticides chimiques sont utilisés pour combler les limites des capacités nutritionnelles et de protection des plantes.

Les sous-produits de l'épuration s'ils sont utilisés dans des conditions optimales offrent assez d'avantages dont notamment leur gratuité, sa pérennité, la richesse de ces nutriments, la création d'emplois, la garantie de revenus substantiels, etc. Les inconvénients sont ressentis par les promoteurs utilisant essentiellement les eaux usées. Le premier de ces inconvénients est la pollutions élevée de ces eaux, susceptible d'avoir des conséquences directes et indirecte chez les promoteurs, manipulateurs et consommateur. Ces inconvénients sont moins et pas facilement identifiables par les promoteurs installés en aval des exutoires des stations de lagunage. Pour assurer une eau usées de qualité meilleurs les promoteurs devraient faire appel ou promouvoir les effluents issues des stations. (Koné et al., 01), (Yacouba et al., 01), (Cissé, 97).

BIBLIOGRAPHIQUE

- Abdou A. (2002). Analyse des performances et diagnostic du potentiel de réutilisation des sous produits de l'épuration dans la ville de Niamey. Mémoire de fin d'étude EIER. 2002
- CISSE G. (1997). Impact sanitaire de l'utilisation d'eaux polluées en agriculture urbaine. Cas du maraîchage à Ouagadougou (Burkina Faso). Thèse de doctorat EPFL. 1997.
- CREPA (2002). Réutilisation des Eaux Usées en Agriculture urbaine : un défi pour les municipalités en Afrique de l'Ouest et du Centre. Atelier régional 03 au 07 juin 2002.
- ONEA /Ministère de l'Eau (1993). Plan stratégique d'assainissement des eaux usées de la ville de Ouagadougou (PSAO). Projet BKF/89/016. Février 1993.
- RADOUX M. (1999). Qualité et traitement des eaux. L'épuration des eaux. Cours polycopiés. département Gestion de l'environnement. Université Senghor d'Alexandrie – Egypte. 1999.
- Schéma Directeur d'Assainissement pluvial de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso. Rapport Intermédiaire. Ministère des Infrastructures, de l'Habitat et de l'Urbanisme. Mars 1999.
- Wéthé J., Kientga M, Koné D., Kuéla N. (2001). Profil du recyclage des eaux usées dans l'agriculture urbaine à Ouagadougou. Projet de recherche/consultation pour le développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique de l'Ouest. IAGU – EIER – RFAU/AOC. Octobre 2001. 101 pages.

ANNEXES

Tableau : Caractéristiques des eaux usées d'arrosage dans quelques sites agricoles.

Paramètres	Yaoundé [Kengné et al., 02]		Kumasi [WMI, 02] ²	Niamey (point PO2) ³	Dakar Eaux usées brutes [IAGU, 01]	Pikine [IAGU, 01]	Ouakam [IAGU, 01]	Cité SHS [IAGU, 01]
	Koden qui (quartier)	Olga (quartier peu dense)						
MES (mg/l)	52,7	14	-	593	558	225,3	98,2	132,5
DCO /DBO ₅ (mg/l)	-/29,7	-/9,7	-/-	1 352,7/-	1 367/-	-/-	-/-	-/-
NH ₄ /Nt(mg/l)	1,63/-	0,5/-	8,1/-	110,6/97,5	-/226	43,3/85,4	48,6/107,3	92,8/187,9
PO ₄ ³⁻ /Pt(mg/l)	7,9/-	0,6/-	6,2/-	7,63/-	-/62	6,5/8,5	11,7/15,3	14,0/18,2
CT(mg/l)			5,9. 10 ¹⁰	-	-	-	-	-
CF (UFC/100ml)	1,3.10 ⁵ ,	3,2. 10 ²	5,5. 10 ⁸	7,4. 10 ⁷	8,9.10 ⁷	3,3.10 ⁵	6,9.10 ⁵	5,5.10 ⁵
SF(UFC/100ml)	4,0.10 ⁴	2,3.10 ²	-	6,7.10 ⁶	-	1,4. 10 ⁵	4,5. 10 ⁵	3,2. 10 ⁵
Oeufs d'helminthe/ Kystes de protozoaire (% d'échantillon positifs)	33,33/33,33	0	-	-	-	-	-	-

Tableau : Principales maladies relevées chez les exploitants des sites étudiés.

Maladies	Ouagadougou		Yaoundé %ensemble	Niamey %ensemble
	%Maraîcher	%Horticulteur		
Paludisme et Courbatures	47%	20%	45%	82%
« Mal de ventre »	18,4%	24,0%	/	34%
Fendillement des pieds Démangeaison cutanée	8,2%	/	15%	65%
Bilharziose	/	/	7%	/
Typhoïde			5%	/

Source : Extrait de [IAGU, 01], [Wéthé et al.,01], [Kengné et al., 02], [Abdou, 02], [WMI, 02],

Tableau : Extrait des normes de l'OMS pour l'arrosage des cultures.

Catégorie	Conditions de réutilisation	Groupes exposés	Nématodes intestinaux (Nbre d'œufs/litre)	Coliformes fécaux (U/100ml)	Traitement préconisé
A	Irrigation et arrosage des plantes susceptibles d'être consommées directement, arrosage des stades de sport et des parcs publics	Consomma-teurs, Public, Sportifs	Inférieur ou égal à 1	inférieur ou égal à 1000	bassins de stabilisation
B	Irrigation et arrosage des céréales, des arbres et des sites de pâturage	Consommateurs, Travailleurs		Pas de standard recommandé	bassins de stabilisation entre 8 et 10j.

Source : Extrait de [RADOUX, 99].

² Ces valeurs ne concernent qu'un seul point critique de l'analyse des échantillons situés dans une zone marécageuse où se pratique le maraîchage. Voir en annexe pour le tableau final extrait à la page 5 de la communication.

³ Idem que précédemment. Cf Annexe pour résultats bruts.