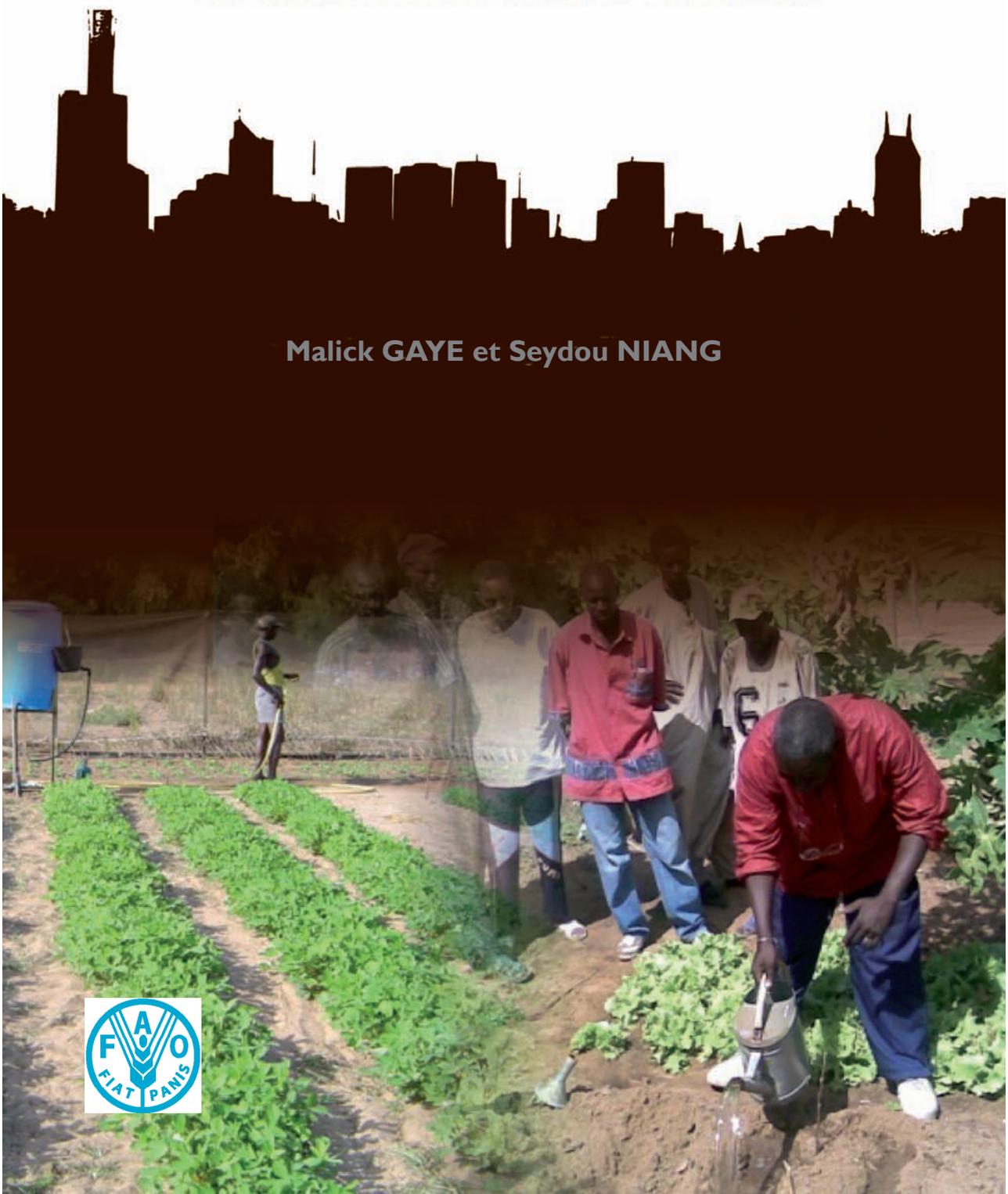


MANUEL DES BONNES PRATIQUES DE L'UTILISATION SAINE DES EAUX USÉES DANS L'AGRICULTURE URBAINE

Malick GAYE et Seydou NIANG



Toute correspondance relative à cette publication doit être adressée à :

ENDA RUP (Relais pour le Développement Urbain Populaire),
Ouest Foire, BP 27 083, Malick Sy, Dakar - Sénégal,
Tél. : (221) 33 820 07 72 - Fax : (221) 33 820 52 47;
Email : rup@enda.sn - Site web : www.enda.sn/rup

Responsable de la publication : Malick GAYE

Avec la collaboration de :

- Dr Anne Guèye Girardet, Faculté des Géosciences et de l'Environnement, Université de Lausanne, Suisse ;
- Pr Yémou Dieng, Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Médecine, Pharmacie et Odonto-stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar ;
- Dr Mamadou Lamine Ndiaye, Laboratoire de Traitement des Eaux usées (LATEU), IFAN Ch.A. Diop, Université Cheikh Anta Diop de Dakar et Faculté des Sciences, Université de Genève, Suisse ;
- Dr Ipsita Nita Chaudhuri, Université de Toronto ;
- Demba Baldé, Ingénieur sanitaire, Service national d'Hygiène du Sénégal ;
- Dr Colonel Cheikh Fall, Épidémiologiste, Institut de Santé et Développement, Université Cheikh Anta Diop de Dakar ;
- Youga Niang, Ingénieur agronome, Centre de Développement horticole/ISRA, Dakar ;
- Pr Hans Rudolf Pfeifer, Faculté des Géosciences et de l'Environnement, Université de Lausanne, Suisse ;
- Pr Mohamed Lamine Gaye, Département de Chimie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar ;
- Dr Jeanette Muriel Epoté, Faculté de Médecine, Pharmacie et Odonto-stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar ;
- Mohamed Oumar Diagne, Technicien horticole, chef de programme à Enda RUP ;
- Maraîchers de Pikine et Patte d'Oie, notamment les GIE PROVANIA et AMPO ;

Conception PAO : Noma Camara, Infographiste.

Couverture et intérieur : crédit photos, ENDA RUP/IFAN

© enda rup, dakar, 2010

ISBN 92 9130 079 9

ISSN 0850-8526

N.B. : La reproduction d'extraits est autorisée sans formalité pour des utilisations non commerciales (enseignement et formation), à condition que ENDA RUP soit cités avec exactitude.

Malick GAYE et Seydou NIANG

Manuel des bonnes pratiques de l'utilisation saine des eaux usées dans l'agriculture urbaine

**Cet ouvrage a bénéficié de l'appui financier de la FAO
(Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation
et l'Agriculture) à travers le projet GCP/SEN/061/SPA.**



SOMMAIRE

GLOSSAIRE	7
AVANT-PROPOS	9
REMERCIEMENTS	11
PRÉFACE	13
PARTIE I. Introduction	15
1.1. Importance économique de l'agriculture urbaine	17
1.2. Caractérisation de la zone	27
1.3. Profil des acteurs de la filière.....	34
1.4. Pratiques culturelles dans la zone	37
1.5. Importance de la pratique	45
1.6. Caractéristiques des eaux d'irrigation	47
1.7. Directives de valorisation des eaux usées dans l'agriculture	52
PARTIE 2. Contraintes	53
II.1. Contraintes relatives au statut foncier	53
II.2. Contraintes relatives aux caractéristiques pédologiques des sites	56
II.3. Contraintes relatives à la qualité des eaux d'irrigation	62
II.4. Contraintes relatives au niveau de formation et d'information des agriculteurs	64
PARTIE 3. Évaluation des risques sanitaires liés à l'utilisation des eaux usées	69
III.1. Identification des dangers dans les eaux d'irrigation.....	69
III.2. Identification des dangers dans les produits agricoles au champ	72
III.3. Identification des dangers chez les personnes à risques	75
III.4. Caractérisation des risques.....	81
III.5. Délimitation des limites d'impact.....	87

PARTIE 4. Bonnes pratiques pour la gestion des risques	89
IV.1. Promotion de l'utilisation des eaux usées traitées	89
IV.2. Efficacité des bonnes pratiques agricoles.....	95
IV.3. Efficacité des mesures de protection des consommateurs	98
IV.4. Protection des sols et des nappes contre la salinisation	100
IV.5. Synthèse des mesures de mitigation des risques	104
PARTIE 5.Aspects politique, juridique et institutionnel	107
V.1. Mise à jour du cadre juridique et réglementaire	107
V.2. Sensibilisation des autorités administratives et collectivités locales pour une meilleure prise en charge de l'agriculture urbaine et périurbaine	110
V.3. Promotion des schémas directeurs d'aménagement intégrant l'agriculture urbaine et périurbaine et création de structures chargées de sa gestion	110
Conclusions et perspectives	113
Références bibliographiques	117
Annexes	125

GLOSSAIRE

AMPO	: Association des Maraîchers de Patte d'Oie
ANCAR	: Agence National de Conseil Agricole et Rural
AU	: Agriculture Urbaine
Ca	: Calcium
CaCO ₂	: Carbonates de calcium
CDC	: Centers for Diseases Control and Prevention (voir dpc.cdc.gov/dpdx)
CE	: Conductivité Électrique
CEC	: Capacité d'Echange Catonique
COD	: Chemical Organique Demand
Cr	: Chrome
CDH	: Centre de Développement Horticole
CILSS	: Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
CPS	: Comité des Pesticides Sahélien
DBO ₅	: Demande Biochimique en Oxygène
DEEC	: Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés
Enda Rup	: Environnement et développement du tiers monde/ Relais pour le développement Urbain Participé
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
Gie	: Groupement d'intérêt économique
HCO ₃	: Bicarbonate
IAGU	: Institut Africain de Gestion Urbaine
IFAN	: Institut Fondamental d'Afrique Noire

ISRA	: Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
K	: Kalium (Potassium)
LATEU	: Laboratoire de Traitement des Eaux Usées
MEACC	: Mission d'Etude et d'Aménagement du Canal du Cayor
N	: Nitrogen (Azote)
Na	: Sodium
NPK	: Nitrogen Phosphorus Kalium (Azote Phosphore Potassium)
ONAS	: Office Nationale de l'Assainissement du Sénégal
ONG	: Organisation non gouvernementale
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
P	: Phosphore
PASDUNE	: Programme d'Actions pour la Sauvegarde et le Développement Urbain des «Niayes» et zones vertes de Dakar
PDAS	: Plan Directeur d'Aménagement et de Sauvegarde
pH	: Potentiel Hydrogène
Pi	: Pikine
PO	: Patte d'Oie
PROVANIA	: Producteurs de la Vallée des Niayes
PVC	: Polychlorure de Vinyle
Ratio C/N	: Ration Carbone sur Azote
SAR	: Sodium Adsorption Ratio
SNIS	: Système National d'Information Sanitaire
TDS	: Total Dissolved Solids (Substances totales dissoutes)
UPROVAN	: Union des producteurs de la vallée des Niayes
WHO	: World Health Organisation (Organisation Mondiale de la Santé, OMS)
«Win-win»	: Gagnant-gagnant

AVANT-PROPOS

L'utilisation des eaux usées dans l'agriculture urbaine est une pratique très répandue à travers le monde (on parle de 20 millions d'hectares irrigués avec des eaux usées), mais qui revêt une dimension très complexe quant aux aspects liés à l'élaboration de lignes directrices pour une optimisation de la pratique.

La première difficulté concerne la diversité des caractéristiques des eaux usées utilisées qui peuvent différer non seulement en fonction de leur niveau de dilution dans les eaux naturelles, mais aussi selon qu'elles sont des eaux usées domestiques, urbaines ou industrielles, ou alors qu'elles sont des eaux usées vannes (contenant des urines et des fèces) ou des eaux usées ménagères (ne contenant que des eaux de bains, de lessives et de cuisine) ou enfin qu'elles sont des eaux usées brutes ou des eaux usées traitées (niveau primaire, secondaire ou tertiaire). En somme, selon l'importance et les caractéristiques de la charge polluante qu'elles véhiculent, les eaux usées peuvent être très différentes d'un endroit à un autre.

Dans notre discussion houleuse en novembre 2002 à Hyderabad en Inde, nos collègues pakistanais relevaient l'existence d'anophèles dans les eaux usées alors que dans les eaux usées auxquelles nous étions habitués, nous n'en avons jamais trouvé. Il s'est avéré par la suite que chez nos collègues, leurs eaux usées avaient des charges en DCO et DBO₅, respectivement autour de 250 et 100 mgO₂/l soit presque 10 fois moins que les nôtres !!! Ce qui expliquait tout. Dans certains endroits, le degré d'hygiène public est tellement élevé qu'il y a peu de chance de trouver des œufs d'helminthes dans les eaux usées (Jordanie par exemple, communication personnelle du Pr. Thor-Axel Stenström de l'Institut de Contrôle des Maladies Infectieuses de Stockholm). La seconde difficulté est liée au type de sol irrigué. En effet, des résultats différents ont été enregistrés sur la capacité du sol à stocker les nutriments pour des oxysol sableux du Brésil ou des sols silto-argileux du

Kansas ou encore des sols argilo-limoneux de l'Iran central, lorsqu'ils sont irrigués pendant longtemps avec des eaux usées.

À partir de là, il faut alors considérer le présent Manuel de bonnes pratiques pour l'utilisation des eaux usées dans l'agriculture, comme un document de référence méthodologique qui s'appuie sur un contexte bien défini, celui des Niayes de Dakar et les eaux usées qui y sont utilisées.

Il faut signaler enfin que ce Manuel ne prétend pas avoir cerné tous les points de contamination des légumes tout au long de la filière. Certaines écoles ont montré que durant le transport (du champ au marché) et même au niveau du marché il y avait encore possibilité de contamination. Par ailleurs, les questions liées à la perception par rapport à l'islam sont largement traitées dans le livre *La gestion de l'eau selon l'islam* de Faruqi et al., (2003). Il serait intéressant de traiter aussi cet aspect dans un pays comme le Sénégal, à 95% de musulmans, ce qui serait à envisager ultérieurement. En fait ce Manuel n'est pas un aboutissement de notre travail (Équipe pluridisciplinaire de ENDA-RUP et LATEU-IFAN) sur l'agriculture urbaine, qui est entamé depuis les années 1990. C'est pour nous une occasion que la FAO nous donne de consigner et de rendre visible l'essentiel de notre expérience sur le sujet, mais aussi une occasion de faire un clin d'œil à nos partenaires traditionnels et, éventuellement, à des partenaires nouveaux pour nous accompagner encore, pour continuer à approfondir les connaissances sur cette problématique qui, pour nous, contribuera certainement à résoudre les questions de souveraineté alimentaire dans les pays en développement.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les maraîchers de Pikine et de Patte d'Oie, pour leur collaboration, de même que les autorités municipales des communes d'arrondissement de Patte d'Oie, de Pikine et de la ville de Dakar.

Nous remercions également le coordonnateur du projet de la FAO, son équipe et toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce Manuel.

Les résultats présentés dans ce document ont été obtenus grâce aux projets CRDI N^{os} 04367 (2002), 101535-001 (2006), 102019-003 (2006), 2012426 (2010) et au projet FNS (Fonds National Suisse pour la recherche scientifique) N° 2070021-109689/1, 2006.

PRÉFACE

Les eaux usées sont une ressource pour l'agriculture depuis 4000 ans avant Jésus Christ (Grèce antique). En 2010, à travers le monde, plus de 20 millions d'hectares sont irrigués avec des eaux usées (WHO-FAO, 2006), et plus particulièrement dans les zones arides et les zones urbaines où l'eau de bonne qualité est une ressource rare. Les substances nutritives des eaux usées (phosphore, azote) constituent aussi des ressources économiques importantes pour les producteurs urbains.

Pour le développement de l'agriculture urbaine et l'augmentation de la sécurité alimentaire dans les villes, il est primordial de procurer une assistance technique efficace permettant de maximiser les bénéfices des eaux usées et d'en minimiser les risques sanitaires pour les agriculteurs et les consommateurs. Affronter la problématique de gestion des eaux usées permet aussi de proposer des solutions aux autorités municipales pour la mise en œuvre de programmes d'assainissement réutilisant de manière intégrée ces « ressources » pour des activités productrices (eaux usées et recyclage des déchets organiques).

C'est dans cette logique que la FAO appuie la mise en œuvre d'un projet d'utilisation des eaux usées traitées par les producteurs engagés dans l'agriculture urbaine à Dakar et à Pikine.

Ce projet a tenu à mettre ce Manuel à la disposition des producteurs pour les guider à réutiliser sans danger les eaux usées traitées dans un environnement propre. En effet, les eaux usées représentent un danger si elles ne sont pas traitées et gérées efficacement, car elles peuvent contenir différents agents pathogènes tels que bactéries, parasites, virus, produits chimiques toxiques provenant des déchets humains de l'agriculture, de l'industrie et des produits domestiques. Pour cela, leur utilisation doit être gérée par la mise

en œuvre de différentes actions (traitement, bonnes pratiques agricoles) qui réduisent les risques pour la viabilité des plantes et pour la santé des populations.

Le Manuel présente l'agriculture urbaine dans le contexte de la Grande Niaye de Dakar et les bonnes pratiques à adopter pour que cette activité économique d'une grande importance puisse croître grâce à l'amélioration des conditions de production et de la qualité des produits et que les différents acteurs de l'Agriculture urbaine et périurbaine (aux agriculteurs, aux chercheurs, aux agents des structures d'appui au développement et aux consommateurs) puissent se référer aux 15 ans d'expérience d'ENDA et du LATEU/IFAN dans la zone des Niayes.

La promotion d'une agriculture urbaine et périurbaine saine et durable, basée sur l'utilisation d'une eau de qualité à moindre coût, constitue un défi que l'on peut relever si et seulement si tous les acteurs, du producteur au consommateur, adoptent les bonnes pratiques édictées dans ce Manuel.

Amadou OUATTARA

Représentant de la FAO au Sénégal

Partie I

Introduction

La ville de Dakar concentre plus de 50 % des pauvres urbains. Le niveau de vie assez bas des citadins de même que le manque d'opportunités de trouver un emploi ont aggravé la détérioration de l'environnement et le cadre de vie des quartiers névralgiques de Dakar où les conditions de logement sont précaires (manque d'eau et d'hygiène publique). Le recours au maraîchage comme activité génératrice de revenus, surtout dans les quartiers à proximité de la zone des Niayes, est souvent un début de solution de l'amélioration des conditions de vie des populations. L'agriculture maraîchère constitue pour la population de la ville une source importante d'approvisionnement en fruits et légumes frais. On remarque une mutation des modes de vie et une modification de l'alimentation traditionnelle à base céréalière.

La consommation d'une partie de la production par les producteurs eux-mêmes (surtout au niveau des exploitations maraîchères et fruitières) contribue directement à améliorer la qualité de l'alimentation de leurs familles.

De ce point de vue, l'agriculture urbaine et les activités économiques qu'elle induit permettent à un nombre important de personnes de se procurer emplois, revenus et accès aux produits (surtout pour les ménages à faibles revenus), qui leur permettent d'améliorer la qualité de leur alimentation.

En effet, elle mobilise depuis la production jusqu'à la commercialisation beaucoup de personnes (travailleurs à temps partiel, salariés en quête de ressources financières supplémentaires, étudiants diplômés, retraités et bien d'autres acteurs de corporations socio-professionnelles diverses).

De manière spontanée et informelle, des réseaux d'activités interdépendantes se sont constitués aussi bien en amont qu'en aval de l'agriculture urbaine contribuant ainsi à la création de bassins d'emplois dans les filières artisanales et de prestations de services. Les producteurs maraîchers font appel à de nombreux menuisiers métalliques et forgerons pour la fabrication de leur petit outillage aratoire tel que les arrosoirs, hilaires, houes, mangeoires, abreuvoirs, etc. Dans le secteur des services, il est fait appel à des charretiers transporteurs de matière organique (fumier, coque d'arachide, déchets de poisson, engrais minéraux...) ou à des petits commerçants distributeurs d'intrants divers conditionnés et adaptés aux besoins et au pouvoir d'achat des exploitants des petits jardins. Les femmes quant à elles ne sont pas laissées pour compte puisqu'elles se spécialisent dans l'identification, la récolte et la vente des productions provenant des jardins maraîchers où elles viennent s'approvisionner. Cette dernière activité leur permet, le plus souvent, d'établir de petits marchés ou étals de légumes à proximité des zones d'habitation.

Aussi, en l'absence de dispositions réglementaires sur les circuits traditionnels existants, le produit arrive au consommateur avec une grande marge séparant le prix de vente à la consommation (détail) du prix au producteur. Ce qui permet aux intermédiaires (transporteurs, commerçants...) d'y trouver leur compte. De même, la présence de nombreux revendeurs qui s'approvisionnent sur les sites de culture constitue un facteur d'incitation pour les producteurs.

Sur un autre plan, l'exploitation des ordures et déchets de tous ordres a encouragé l'émergence de filières artisanales de *récupération / transformation / commercialisation* qui ont contribué à créer de petits emplois concourant directement à la fourniture d'intrants et de petits matériels agricoles à l'agriculture urbaine. C'est ainsi que l'exploitation des décharges publiques dans plusieurs endroits de la ville, dont celle de Mbeubeuss, permet à plusieurs groupes socio-professionnels émergents de s'exercer. Les artisans-récupérateurs de fer et d'aluminium approvisionnent les petits producteurs en arrosoirs, hilaires et brouettes. Les pneus et chambres à air usagés servent à la fabrication de puisettes utilisées pour l'exhaure de l'eau des puits et céanes au niveau des petites exploitations maraîchères.

La recherche et la reconnaissance d'un statut social et la volonté d'organisation affichée par la plupart des producteurs regroupés en coopératives, fédérations, GIE à l'instar du GIE Niaye-Bi de Pikine, pour mieux défendre leurs intérêts, sont également fortement perceptibles.

1.1. Importance économique de l'agriculture urbaine

La proximité immédiate du grand centre de consommation qu'est Dakar a été un facteur déterminant de développement du maraîchage. La part exacte de sa contribution à la demande de Dakar, qui nécessiterait des enquêtes fines croisant l'origine des produits et leurs quantités sur les marchés urbains, n'est pas connue. Cependant, l'importance relative en tonnages de la région de Dakar par rapport à la production nationale a été estimée et peut servir d'indicateur approximatif de sa contribution minimale à la demande urbaine en considérant que l'essentiel des tonnages de cette région est commercialisée vers Dakar et que la ville absorbe 40 % de la demande en légumes (Seck *et al*, 1997). Ainsi, si nous considérons, à partir des statistiques de la Direction de l'Horticulture, une production nationale de 150 000 tonnes de légumes en 1994/95, auxquelles sont soustraites les exportations de 4 500 tonnes et auxquelles sont ajoutées les importations de 13 000 tonnes, on obtient un niveau de consommation apparente de 162 500 tonnes sur lequel la ville de Dakar représenterait 65 000 tonnes. La région de Dakar a produit pour la campagne (1998) environ 40 000 tonnes de légumes – hors haricot vert et melon exportés. La région de Dakar couvrirait donc plus de 60 % de la consommation de Dakar en légumes.

La production de légume au Sénégal est concentrée dans la zone des Niayes. Sa production annuelle avoisine les 100 000 t, pour une valeur d'environ 18 millions US\$ (Schéma 2), comptant pour environ 80% de la production totale de légumes du pays (Touré et Fall, 2001). Dans cette production, l'agriculture urbaine joue un rôle très important. Cependant le manque de données fiables sur ce type d'agriculture fait que jusqu'à présent il reste difficile d'apprécier concrètement le niveau de son apport.

- **Les principales spéculations**

19 spéculations sont cultivées dans les Niayes de Pikine et Patte d'Oie (Guèye 2010). Les espèces les plus cultivées sont la laitue, la tomate, l'aubergine amère (*jaxatu*), le piment, le gombo, l'oignon, la carotte, le navet et le chou (Schéma 1)...

Les producteurs annoncent en moyenne entre six et sept campagnes par année de laitue ainsi qu'une rotation annuelle de tomate alternée avec le *jaxatu*, qui dure 90-150 jours

La plupart des cultivateurs cultivent les mêmes espèces :

- ✓ 96% des producteurs déclarent que la laitue constitue leur première spéculation.
- ✓ 83% cultivent aussi le *jaxatu* et 85% la tomate.
- ✓ Les spéculations secondaires sont l'oignon (50% de producteurs), le chou (25% des producteurs), l'aubergine, le gombo, la carotte, la menthe...(moins de 10% des producteurs).
- ✓ Des cultures associées sont également notées avec l'arboriculture fruitière, le Moringa, la papaye, le citron...

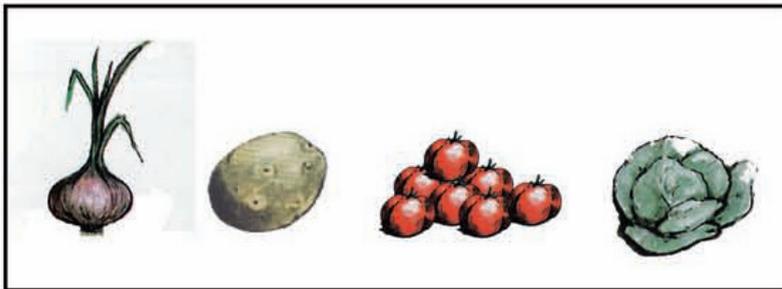


Schéma 1. Principales spéculations dans la zone

- **Les revenus générés par la laitue**

Dans la zone de Patte d'Oie, nous avons recensé 161 agriculteurs parmi lesquels certains avaient entre 1 et 13 parcelles. Nous avons ainsi identifié autour de 280 parcelles de tailles différentes. Le nombre

de planches aménagées par parcelle varie également en fonction de la taille de celle-ci. Nous avons noté entre 30 et 500 planches par parcelle. Si nous considérons des planches moyennes d'environ 4 m² (selon les résultats des enquêtes) et une moyenne de 60 planches par parcelle, la surface emblavée peut alors être estimée à 280 parcelles x 60 planches x 4 m², soit 67 200 m² (Baldé et Niang, 2005).

Si on part du fait que, pour près de 70% des producteurs, la laitue constitue leur principale spéculation et qu'en moyenne 6 campagnes de cette spéculation sont réalisées par an, nous pouvons en déduire, en nous basant sur la moyenne de rendement de cette spéculation entre de 15 et 25 t/ha soit une moyenne de 20 t/ha (CDH, 1987), que la zone d'étude fournie à la ville de Dakar, par an, un minimum de :

S x a x rm x c (Equation 1)

S : représente la surface totale emblavée en laitue (en ha)

rm : rendement moyen (en t/ha) fixé pour la laitue dans les niayes de Dakar par le CDH

a : représente le pourcentage d'agriculteurs faisant la laitue dans la zone,

c : représente le nombre de campagne par an.

Equation 1 = 6,72 x 0.7 x 20 x 6 = 564,48 tonnes de laitue par an

Il faut reconnaître que le prix de la laitue varie en fonction de la saison. En période de prix favorables, un kilogramme de laitue coûte 250 FCFA alors qu'en période de prix défavorable, un kilogramme revient à 125 FCFA au marché. Cela donne une moyenne annuelle de 187,5 FCFA le kilogramme. Ce prix rapporté à la production annuelle de la zone (environ 560 t) donne une valeur de 105 000 000 FCFA. Il faut reconnaître que la valeur qui revient à l'agriculteur est estimée à seulement 78,125 FCFA le kilogramme. Ainsi la culture de la laitue dans la zone rapporterait aux agriculteurs environ 43 750 000 FCFA par an.

Le bénéfice qui revient aux commerçantes, non compte tenu du transport et des frais connexes, serait de 61 250 000 FCFA.



Schéma 2. Les revenus générés par l'agriculture urbaine

- **Estimation des revenus par parcelle et par source d'irrigation**

- *Estimation à partir de la laitue*

On peut estimer les revenus annuels pour une parcelle de 0.1 ha de laitue en se basant sur les données suivantes :

- on considère une superficie de 0,1 ha (1000m²), dénommée grande parcelle ;

- on a en moyenne 90 planches de 10m².

Sion considère le prix de vente moyen d'une planche (planche de 10m²) à 7 500 francs, la vente est estimée pour une exploitation de 0.1 ha à 675 000 F soit pour six (6) campagnes dans l'année à 4 050 000 F CFA.

La marge bénéficiaire réalisée par un agriculteur utilisant les eaux de « céane » pour une superficie de 0,1 ha en tenant compte des charges d'exploitation (tableau 1) est de $4\,050\,000 - 2\,774\,000 = 1\,276\,000$ FCFA

Charges pour une superficie 0,1ha	Coûts en F CFA
Semences	144 000
Fumier	150 000
Main-d'œuvre (6 ouvriers * 15 000 F CFA*12 mois)	1 260 000
Entretien céane	60 000
Nourriture (700 F par ouvrier par jour pour 300 jours)	1 080 000
Matériel agricole	60 000
Autres dépenses	20 000
Total	2 774 000

Tableau n°1 Charges annuelles pour un utilisateur des eaux de « céane »
(Baldé et Niang, 2005)

La marge bénéficiaire réalisée par un agriculteur utilisant les eaux usées pour une superficie de 0,1 ha en tenant compte des charges d'exploitation (Tableau 2) est de : $4\,050\,000 - 2\,636\,000 = 1\,414\,000$ FCFA.

Charges pour une superficie 0,1ha	Coûts en F CFA
Semences	144 000
Fumier	72 000
Main-d'œuvre (6 ouvriers * 15 000 F CFA*12 mois)	1 080 000
Nourriture (700 F par ouvrier par jour pour 300 jours)	1 260 000
Matériel agricole	60 000
Autres dépenses	20 000
Total	2 636 000

Tableau n°2. Charges annuelles pour un utilisateur des eaux usées
(Baldé et Niang, 2005)

La marge bénéficiaire réalisée par un agriculteur utilisant les eaux de puits pour une superficie de 0,1 ha en tenant compte des charges d'exploitation (Tableau 3) est de : $4\,050\,000 - 2\,714\,000 = 1\,336\,000$ FCFA.

Charges pour une superficie 0,1ha	Coûts en F CFA
Semences	144 000
Fumier	150 000
Main-d'œuvre (6 ouvriers * 15 000 F CFA*12 mois)	1 080 000
Nourriture (700 F par ouvrier par jour pour 300 jours)	1 260 000
Matériel	60 000
Autres dépenses	20 000
Total	2 714 000

Tableau n°3 : Charges annuelles pour un utilisateur des eaux de puits
(Baldé et Niang, 2005)

- **Comparaison des marges bénéficiaires**

Les résultats obtenus montrent que la marge réalisée avec l'eau usée est plus élevée, suivi de l'eau de puits et des « céanes». La raison est que l'utilisation de l'eau usée réduit la consommation en fumier. Pour l'utilisation de l'eau de puits, l'agriculteur généralement peut ne pas procéder au curage au courant de l'année, ce qui fait que la variation de la marge bénéficiaire entre la « céane » et le puits dépend uniquement du coût de l'entretien des « céanes ». Selon les agriculteurs, les parcelles dont l'eau d'arrosage est l'eau usée, procurent une meilleure qualité de légumes et génèrent des revenus plus élevés par rapport aux parcelles utilisant une eau de « céane » ou de puits. En outre, le revenu est aussi astreint aux variations saisonnières. Pendant et peu après la saison des pluies, surtout entre juillet et la fin du mois de septembre, les champs sont souvent inondés, ce qui empêche les semis et les désherbages. La saison sèche, avec le froid surtout entre décembre et février est le moment où le travail atteint sa vitesse de croisière. Pendant ce temps, les champs ne sont pas inondés et il y a encore de l'eau pour l'arrosage.

- **Stratégies de production**

En effet, le choix des différentes spéculations résulte de la divergence des stratégies économiques. Les agriculteurs cultivent des légumes di-

versifiés. On note la présence de spéculation à cycle court comme la laitue (95% des agriculteurs), utilisée pour assurer les dépenses courantes (achat d'intrants, salaires des ouvriers et une grande partie de la nourriture). Les cultures de cycle long comme le « jaxatu », 5 à 6 mois, sont utilisés pour maximiser les bénéfices, et pour investir dans la construction ou pour les besoins privés (les frais de scolarité). Sur un effectif de 33 agriculteurs enquêtés, 55% n'ont pas d'autres sources de revenu. Selon la capacité d'investissement et la taille de la parcelle, l'agriculteur peut être occupé à temps plein ou à temps partiel.

- **Financement et domaines d'investissement**

- **Financement**

91% des agriculteurs financent leurs activités sur fonds propres. Ce qui veut dire que ces agriculteurs ne reçoivent pas de subvention et n'ont pas accès à des structures financières pouvant leur octroyer des crédits. Ils ne participent pas au système d'épargne populaire de la zone.

- **Domaines d'investissement des bénéficiaires**

Les légumes produits représentent souvent des économies importantes pour les dépenses alimentaires. 96,7% consacrent leur revenu aux besoins familiaux (nourriture, habillement scolarité, santé...) et au renforcement de leur activité.

- **Limites de l'analyse économiques**

La combinaison de différents types de cultures (maraîchage, arboriculture, etc.) et, parfois, l'association de plusieurs spéculations (Jaxatu et laitue...) dans une même parcelle (Photo 1), ajoutée à l'absence de la tenue de compte font qu'il est difficile d'évaluer les revenus globaux des maraîchers. De plus, il y a souvent une réticence à révéler les gains soit par pudeur soit par crainte (de montrer l'importance des revenus et risquer de voir arriver la concurrence).



Photo 1. Association de cultures à Pikine

Pour plus de fiabilité, nous nous contenterons de donner les recettes obtenues par spéculation et par mode d’approvisionnement en eau recueillies sur le site de Pikine (Tableau 4).

Cultures	Eaux de céanes			Eaux usées		
	<i>Pikine Ouest</i>			<i>Pikine Nord</i>		
	Surface en m ²	Nombre moyen de cycle par an	Recettes par an en FCFA	Surface en m ²	Nombre moyen de cycle par an	Recettes par an en FCFA
Laitue	246,4	4,455	300 500	226,3	4,75	340 900
Tomate	367.5	1.375	367 380	237	1.75	143 630
Oignon	390	1	777 100		1.222	274 400
Jaxatu	437.5	1	106 900	231.6	1.6	234 000
Chou	260	1.33	187 700	264.7	1.67	296 700
Piment	600	1	1 125 000	160	1	200 000

Tableau 4. Recettes annuelles par spéculation et par mode d’approvisionnement en eau (Niang *et al.*, 2002)

Généralement, la structure de la production reflète celle de la consommation locale. Les petites exploitations cultivent des espèces autochtones, bon marché, pour les consommateurs à moindre revenu. Les légumes récoltés suivent un circuit dit « circuits de commercialisation de proximité » (de nombreux petits commerces existent dans les quartiers populaires), les exploitants les écoulent, dans la plupart des cas, sur place au niveau du jardin, à des intermédiaires ou revendeurs comme l'illustrent les photos 2 et 3, ou au marché (Schéma 3).



Photo 2. Vendeuses de laitue bords champs



Photos 3. Vente de tomates bords champs

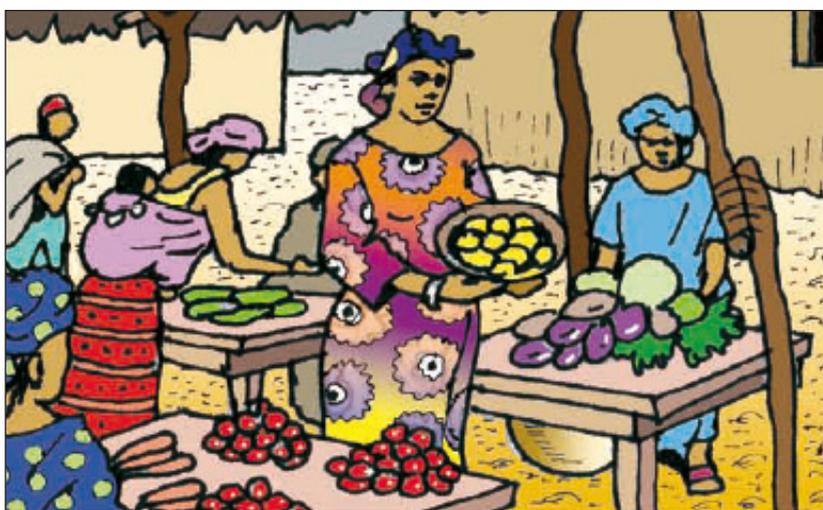


Schéma 3. Vente de légumes au marché

Il faut signaler que la combinaison des deux procédés existe également. On peut noter aussi la présence de quelques rares consommateurs qui viennent s'approvisionner directement au niveau des champs. Ceux qui viennent directement dans les champs sont souvent les personnes qui habitent à proximité des lieux de production. Cependant la grande majorité des consommateurs s'approvisionnent en produits maraîchers au niveau des marchés. Les commerçantes ont développé des stratégies qui leur permettent de vendre leurs produits soit à l'unité (laitue, piment, tomate, « Jaxatou », « Bissap » (oseille), poivron, gombo, oignon) soit par portion (chou, manioc...). Ainsi, aussi bien les commerçantes que les ménagères, à faible pouvoir d'achat, y trouvent leur compte. Les données disponibles sur les prix ne font pas apparaître des taux de marge excessifs si on les compare à d'autres situations. Ainsi, les prix moyens du chou étaient répartis comme suit entre 1989 et 1993 (source : ISRA/CDH) :

- ✓ 102 F CFA/kg payé au producteur ;
- ✓ 140 F CFA/kg payé au grossiste ;
- ✓ 200 F CFA/kg payé à la détaillante.

Plus que le niveau global des prix, c'est la fluctuation saisonnière qui pose problème pour le consommateur. En période de bas prix (février), des observations sur les marchés montrent que les commerçants connaissent des difficultés d'écoulement, les invendus sont fréquents, la consommation est saturée. C'est donc dans les périodes de prix maximum (octobre) que l'effort d'augmentation de l'offre doit porter. Cette augmentation peut se faire par le biais du recyclage des eaux usées, riches en éléments fertilisants, dans l'irrigation de parcelles de production agricole. Cela est surtout vrai dans le site de Pikine en période hivernale où les productions les plus intéressantes sont observées chez les maraîchers disposant de l'eau usée.

Il a été difficile d'avoir des informations sur les charges d'exploitation par récolte du fait du caractère *informel* qui entoure l'activité. Les données que nous avons pu obtenir montrent des variations énormes entre les exploitations. Les résultats de l'étude révèlent que :

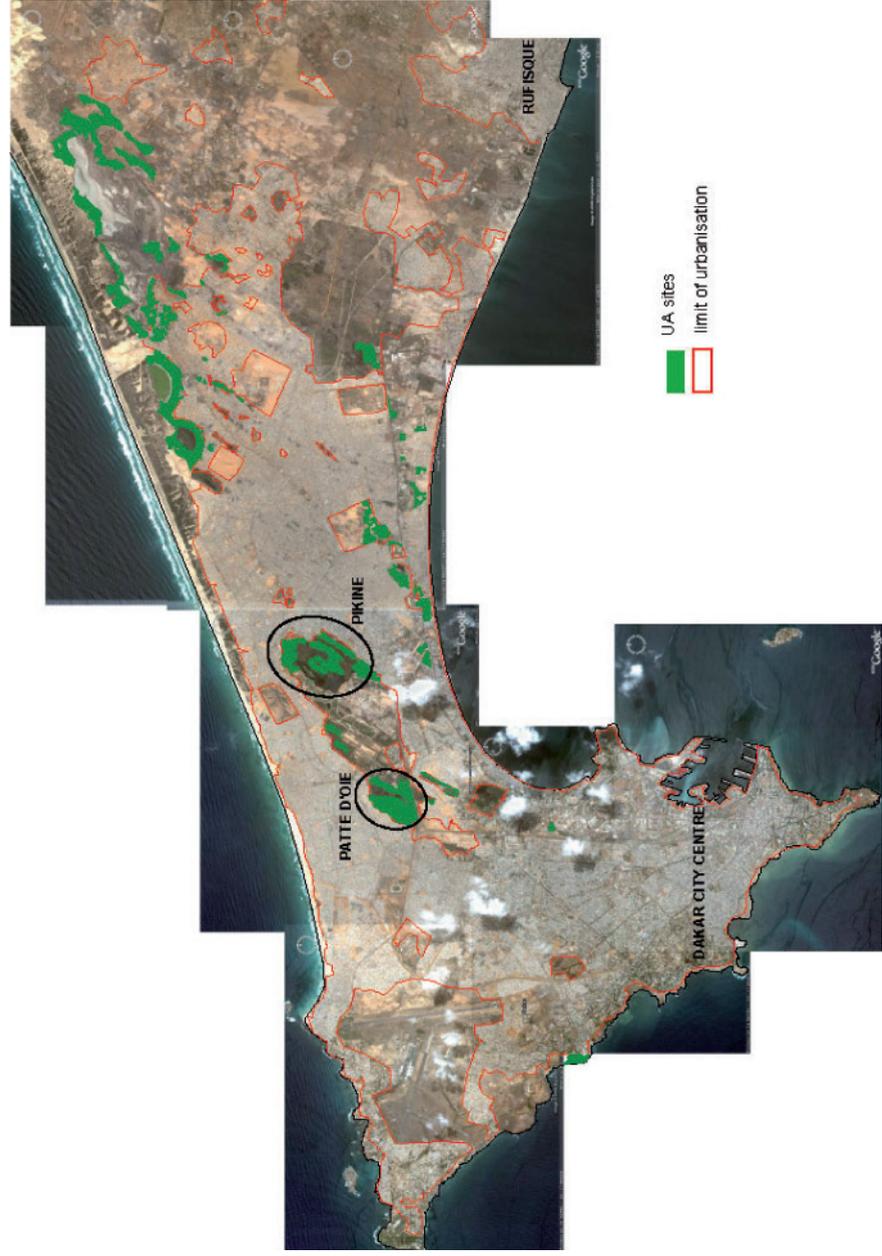
- ✓ la préparation des sols coûte en moyenne 8 682 F CFA avec des sommes variant entre 500 et 150 000 F CFA ;
- ✓ l'équipement coûte un peu plus cher avec 10 300 F CFA en moyenne;
- ✓ les engrais et pesticides coûtent en moyenne 4021 F CFA par récolte ;
- ✓ les semences coûtent en moyenne 7 140 F CFA par récolte.

Cette faiblesse des charges peut s'expliquer, entre autres, par l'utilisation des eaux usées qui, d'après les exploitants, diminue certaines charges d'exploitation comme celles qui sont inhérentes à l'utilisation d'éléments fertilisants. Ces charges sont de loin inférieures à celles qui sont pratiquées généralement autour des grandes villes du Sénégal et ailleurs sur le continent. Ces écarts peuvent être liés à la qualité des informations fournies par les agriculteurs.

I.2. Caractérisation de la zone

L'agriculture urbaine de Dakar se pratique dans une zone aux conditions climatiques et hydrographiques favorables : la zone des *Niayes* de Dakar (Figures. 1a-1b). Les *Niayes* sont une terminologie régionale qui désigne une série de dépressions plus ou moins inondées de manière permanente ou semi-permanente délimitée par un ensemble de dunes externes, vives ou semi-fixées. La région des *Niayes* borde la frange maritime du pays et s'étire sur une longueur de 180 km et une largeur de 5 à 10 km (Ndiaye, 2009).

Figure. 1a : Localisation des sites d'agriculture urbaine à Dakar et des sites d'études



(Source : Guèye, 2006)

Pikine, Sénégal





Figure 1b : Aperçu sur les Niayes de Dakar

Les *Niayes* de Dakar sont caractérisés par une nappe d'eau souterraine peu profonde (0.5 à 5 m de profondeur) à affleurante qui repose sur une loupe d'eau salée (Fig. 2). La zone des *Niayes* possède un réseau routier interurbain et intra-urbain permettant de relier les infrastructures portuaires et aéroportuaires de la capitale aux grands marchés urbains de consommation en des temps relativement courts, sans nécessiter l'emploi du transport réfrigéré plus coûteux, ou en l'utilisant sur une courte distance (Fall et Fall, 2001).

La description des sols dans des fosses pédologiques et avec une tarière a permis d'établir une carte des sols du site de Pikine (Figures 2 et 3). Les sols « *Dior* » (Arenosols ferriques) dominent sur les sommets des dunes jusqu'à mi-pente, puis le caractère d'hydromorphie devient progressivement dominant et on trouve des sols « *Bambo* » (Gleysols oxydés) en bas de pente et des sols « *Batir* » (Gleysols organiques réduits) dans les cuvettes.

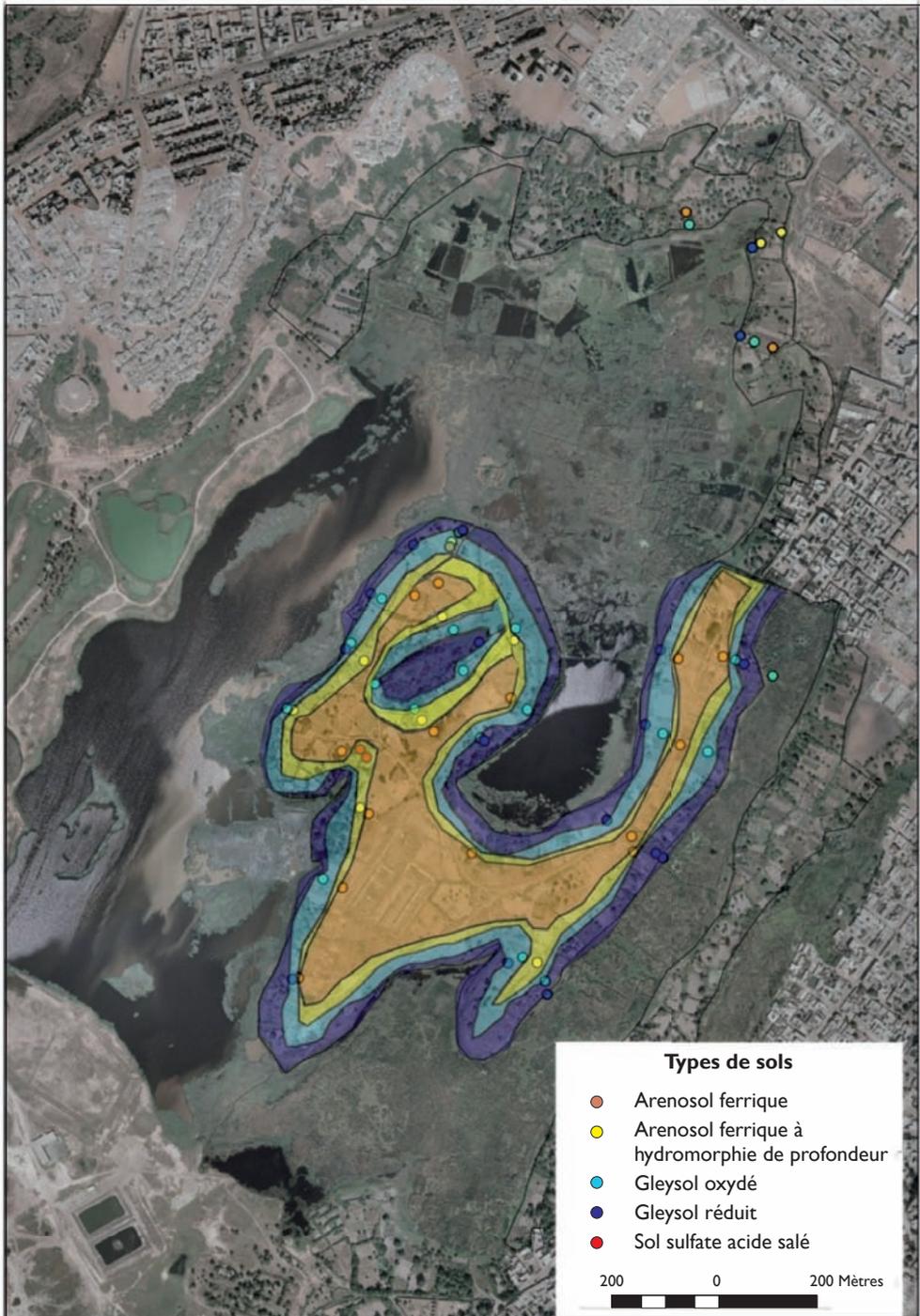


Figure 2. Carte des sols du site d'AU de Pikine (Source : Guèye, 2010)

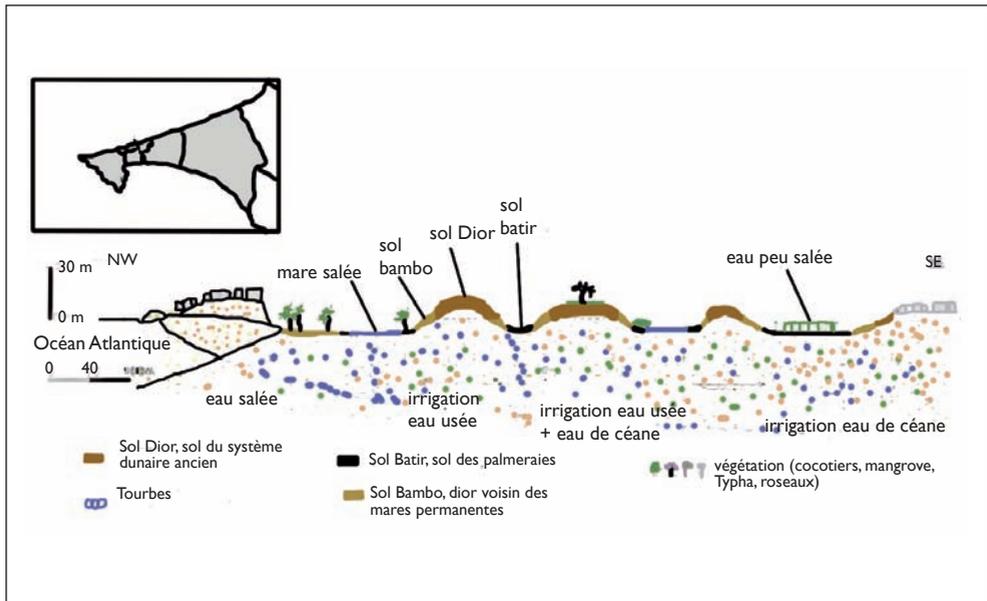


Figure 3 : Localisation, morphologie et formation pédologiques de la zone des Niayes de Pikine

(Source : Guèye, 2006, modifié par Niang, 2010)

Tous les sols présentent une forte capacité d'infiltration avec une granulométrie grossière, avec 90-95% de sables, une faible capacité de rétention (CEC) et une pauvreté en matière organique (Corg : 0.97% et Norg : 0.09% en moyenne dans les horizons superficiels). Les particules fines (argiles et limons), le Corg, la capacité d'échange cationique (CEC) et le pH augmentent légèrement le long de la toposéquence (respectivement + 43%, +66%, +13%, et +1.2 unités dans les Bambo/Batir). Malgré des teneurs faibles en Corg, les Bambo/Batir présentent un horizon superficiel noir et le stock organique augmente fortement (+300%), par le ralentissement du turn-over en conditions d'anoxie permanente ou temporelle. Les proportions d'humine augmentent au détriment des acides fulviques qui se retrouvent dans la nappe (Daouk, 2008 ; Dièye and Henzi, 2006).

La zone des *Niayes* est un écosystème favorable à l'épanouissement de beaucoup d'espèces végétales. Cependant, elle est très vulnérable de par la position superficielle de sa nappe mais aussi à cause de la

perméabilité de ses sols. Dans ce contexte, l'épandage des eaux usées brutes pour l'irrigation, l'utilisation des fumiers organiques pour l'amendement des champs et l'utilisation importante de produits phytosanitaires (Guèye, 2009) peuvent provoquer la contamination chimique et microbiologique de la nappe d'eau souterraine, des légumes produits et, par conséquent, exposer les populations riveraines à des risques sanitaires.

1.3. Profil des acteurs de la filière

Les acteurs de l'agriculture urbaine de Dakar sont nombreux, il y aurait 5 000 exploitations dans la région de Dakar et 1 500 producteurs dans la Niaye de Pikine (Diagne, Diop et al. 2006). Ils comprennent les petits producteurs, les employés agricoles, les acheteurs/euses en gros dans les champs (*bana bana*), les marchands au détail, transporteurs, transformateurs, éleveurs et vendeurs d'intrants. Tous appartiennent à l'économie informelle (Guèye, 2010).

1.3.1. Les producteurs

L'attrait du maraîchage, ces dernières années, est dû à l'importance considérable de la crise économique aggravée par la chute des prix à l'exportation des cultures de rente (arachide, etc.), à la forte croissance urbaine et à la disponibilité d'une main-d'œuvre abondante. Les principaux acteurs de cette activité urbaine sont d'anciens agriculteurs ruraux et même urbains ayant migré à Dakar à la suite aux années de sécheresse et de la dégradation de leurs conditions de vie. Pour leur insertion urbaine, ces anciens agriculteurs (58,3%) venant de l'intérieur du pays se sont investis dans une activité qu'ils connaissent bien et qui, en plus, est rentable, eu égard à la forte demande. On y note des profils divers composés d'artisans (18,6%), de commerçants en faillite ou en situation précaire (2,1%), de pêcheurs (4,2%), d'anciens étudiants ayant obtenus leur licence ou des retraités qui se sont convertis en agriculteurs.

Contrairement à ce qui s'observe dans la sous-région (Burkina Faso, Ghana, Mauritanie...), ici la quasi-totalité des agriculteurs est de sexe masculin. Cela met en exergue les conditions de travail très difficiles

qui ne sont pas supportables aux femmes qui préfèrent se consacrer à la commercialisation des produits récoltés. Ils sont en majorité musulmans.

L'analyse de l'âge de la population des agriculteurs montre que celle-ci est généralement composée de personnes relativement jeunes, avec une moyenne d'âge de 36 ans. Le tableau 5 montre en effet qu'environ 51,3% des agriculteurs sont âgés de moins de 35 ans, contre seulement 22% qui ont plus de 45 ans. Cette relative jeunesse de la population des agriculteurs peut constituer une richesse pour la pérennité du métier d'agriculteurs qui est généralement perçu par les jeunes comme très rude et très peu rémunérateur, mais surtout pour l'aptitude à l'innovation.

CLASSES D'ÂGE	EFFECTIF	POURCENTAGE
Inférieur ou égal à 25 ans	4	9,8%
Entre 26 et 35 ans	17	41,5%
Entre 36 et 45 ans	11	26,8%
Entre 46 et 55 ans	9	22,0%
TOTAL	41	100,0%

Tableau 5 : Répartition des agriculteurs selon l'âge (Gaye et al., 2010)

Concernant le niveau d'instruction, seuls 39,0% de la population des agriculteurs sont instruits, dont 2,4% ayant le niveau « études supérieures », 4,9% le niveau « études secondaires » et 31,7% le niveau « études primaires ». Le reste de la population est également répartie entre ceux qui n'ont reçu aucune instruction et ceux qui ont appris seulement l'arabe (soit 43,9%).

La population des agriculteurs de la zone des Niayes est dominée par les ressortissants de la région de Louga située à environ 200 km de Dakar (31,7%), suivis de ceux qui viennent de la région de Thiès qui est à 80 km de Dakar (22,0%). Les régions de Diourbel (à 200 km de Dakar) et de Saint-Louis (à 250 km de Dakar) sont les plus faiblement représentées avec chacune 2,4% des maraîchers.

Il faut noter finalement que la majorité des agriculteurs pour des commodités d'accès, habitent préférentiellement dans les zones

proches des sites agricoles (75,6% habitent dans la zone de Pikine contre seulement 2,4% aux Parcelles assainies).

1.3.2. Les vendeuses

La quasi-totalité du commerce de détail est détenu par les femmes qui sont toutes de religion musulmane. Cette situation ne fait que conforter l'idée que le métier de vendeur de légume est typiquement réservé aux femmes. Les rares hommes qui y évoluent font de la vente de gros. Elles tissent des relations de clientèle basées sur la confiance réciproque avec les producteurs et achètent le plus souvent les planches de légumes à crédit. Elles versent la totalité ou une partie des sommes dues au producteur après avoir écoulé leurs légumes.

La majorité des vendeuses ont un âge qui varie entre 36 et 45 ans (Tableau 6), avec un âge moyen qui se situe autour de 39 ans. Ce sont souvent des femmes mariées qui exercent ce métier pour compléter la dépense quotidienne et en même temps épargner à travers des tontines en vue de dépenses ultérieures plus consistantes.

CLASSES D'ÂGE	EFFECTIF	POURCENTAGE
Inférieur ou égal à 25 ans	7	16,7%
Entre 26 et 35 ans	10	23,8%
Entre 36 et 45 ans	14	33,3%
Plus de 46 ans	11	26,2%
TOTAL	42	100,0%

Tableau 6 : Répartition des vendeuses selon l'âge (Gaye et al., 2010)

Au niveau de l'instruction, seuls 26,2% des vendeuses sont instruites, dont 2,4% avec un niveau « études secondaires » et 23,8% un niveau « études primaires ». Le reste de la population est également réparti entre les vendeuses qui n'ont reçu aucune instruction et celles qui ont appris seulement l'arabe (soit 31,0%).

Quasiment toutes les régions du pays sont représentées dans la population des vendeuses, exception faite de la région de Dakar. La plus

grande partie des vendeuses vient des régions de Thiès (31,0%), suivie de Diourbel et de Louga, avec chacune 14,3%.

Comme chez les producteurs, la grande majorité des vendeuses habitent dans la zone de Pikine.

1.4. Pratiques culturelles dans la zone

Les exploitations. Les systèmes de culture développés dans ces sites sont très diversifiés de par leur taille, leur degré d'intensification, leurs spéculations et la finalité de l'entreprise (activité principale ou secondaire du chef d'exploitation). Les techniques d'exploitation sont variables et sont tributaires des disponibilités en ressources naturelles (notamment l'eau), l'environnement socio-économique, la proximité des marchés de consommation, la destination des productions, le mode de tenure des terres, les superficies cultivées.

Les exploitations maraîchères familiales de type traditionnel représentent la grande majorité des exploitations au Sénégal (près de 70%) et sont généralement situées dans les Niayes. Elles ont en moyenne une superficie de 0,1 à 1 ha (Mbaye, 1999). En ce qui concerne les sites retenus dans le cadre de notre étude, la taille moyenne des cultures est estimée à 503 m². Il s'agit de petites exploitations, situées à l'intérieure des villes, qui participent au dynamisme et au succès de la filière.

Les eaux d'irrigation. Globalement, on constate trois types de sources d'irrigation : les eaux de la nappe proche (céanes), les eaux de la nappe plus profonde (puits) et les eaux usées.

Dans l'ensemble, les maraîchers utilisant les eaux usées exploitent des domaines relativement petits comparés à ceux qui utilisent les céanes. Le recours aux investissements utiles est limité par la taille réduite de certaines exploitations qui, non seulement, empêche le fonctionnement adéquat au niveau de l'approvisionnement en intrants (semences, engrais, matériels agricoles etc.), mais aussi contrarie la rotation des cultures.

1- *Les eaux de céane* (puits de 1 à 3 m de profondeur et de 4 à 5 m de largeur). Dans la zone étudiée, on trouvait des mares disséminées qui permettaient dans les conditions climatiques normales de four-

nir de l'eau d'arrosage. Mais, avec la sécheresse, les quelques rares mares qui existent sont jugées trop salées pour faire du maraîchage. Actuellement, seules des céanes permettent le maintien de cette culture. Cependant, cette eau douce, reposant sur une *loupe* d'eau salée ne peut être exploitée que de façon limitée sous peine de pollution des nappes par intrusion saline (Niang, 1997).

- 2- *Les puits*. Très peu répandus à Pikine, ils représentent environ 13% des sources d'approvisionnement en eau d'irrigation à la Patte d'Oie. Ils sont soumis aux mêmes limites d'exploitation que les céanes.
- 3- *Les eaux usées*. Le maraîchage est normalement un système de culture intensive qui demande un apport obligatoire et régulier en engrais pouvant représenter 23 % en moyenne des charges totales d'exploitation. Cette exigence du maraîchage et surtout la pénurie d'eau expliqueraient le recours aux eaux usées qui sont riches en éléments fertilisants. Ce qui pousse les agriculteurs à l'utilisation de cette « manne », c'est avant tout sa disponibilité et sa richesse (selon 37,6 % des agriculteurs), mais aussi son accès gratuit (pour 33,4 % des agriculteurs).

Selon les agriculteurs, cette eau, riche en éléments minéraux et très économique, permet d'utiliser moins d'engrais. Ainsi, les producteurs irrigant leurs exploitations avec des eaux usées appliquent en moyenne 50% de moins de fertilisant NPK, 25% de moins d'urée et 40% de moins de fumure organique (Guèye, 2010).

De par leur important volume, ces eaux usées peuvent combler le déficit en eau des exploitations. Dans certains endroits, elles constituent l'unique source d'approvisionnement : c'est le cas à Ouakam (ce site n'existe plus depuis l'aménagement de la Corniche ouest). Il faut noter que cette eau usée n'est pas traitée. À Pikine, les exploitants ont développé toute une stratégie pour lutter contre la salinité des mares et des céanes. En effet, le mélange des céanes avec l'eau usée amenée par un tuyau de fortune branché au réseau de l'Office national de l'Assainissement du Sénégal (ONAS), est un procédé utilisé par les maraîchers de cette zone pour repousser les eaux salées (photo 4).



Photo 4. Céane remplie d'eaux usées à Pikine

D'une manière générale, plus de 80% des exploitants, sur les trois sites étudiés, déclarent ne pas disposer de l'eau nécessaire pour l'irrigation des surfaces disponibles. Malgré tout, les taux de satisfaction les plus importants semblent être notés chez les exploitants utilisant les eaux usées brutes.

Les outils. Le matériel utilisé ne coûte pas cher et concerne les outils de binage, de désherbage, d'émondage, de sarclage et de repiquage. En d'autres termes, le matériel utilisé est constitué de hilaires, râteaux, binettes, fourches, pics, dabs, pelles, etc. Ce matériel confirme la nature traditionnelle qui reste l'agriculture.

Les ouvriers. Pour l'ensemble du pays, la population totale moyenne d'une unité de ce type d'exploitation est de 10 à 12 personnes dont 3 à 4 actifs familiaux et 1 à 2 actifs extérieurs à la cellule familiale (MEACC, 1996). Les exploitations visitées se caractérisent par la taille très réduite de leur main-d'œuvre. La taille moyenne est de 2,1

personnes. La plupart des personnes sont soit des membres de la famille (fils, neveu, petits-fils.), soit des employés permanents, soit des employés saisonniers (*navétane* ou *surga*).

Les fertilisants. Sur le plan de l'utilisation des fertilisants, les pratiques agricoles des petits producteurs périurbains sont très variables, dépendantes du marché, des contraintes financières et des disponibilités des intrants. Comme fertilisant organique, il existe le fumier de cheval, la sciure de bois, la fiente de volaille, le fumier de poisson, la poussière d'arachide et le fumier d'ovin. Généralement, le fumier organique est acheté par sac ou par charrette auprès des éleveurs urbains. Ces fertilisants organiques ont des propriétés physico-chimiques variables selon le degré de maturation du fumier. Le fumier de cheval, qui est le plus utilisé, montre des teneurs en azote très faibles et un pH alcalin favorisant la volatilisation. La fertilisation minérale utilisée est de type 10 10 20. La quantité maximale atteint 1500kg/ha et l'apport en fumiers animaux 100t/ha pour la tomate ou le *jaxatu*. Cependant, quelques producteurs n'appliquent aucune fertilisation autre que celle provenant des eaux usées.

Les pesticides. Les petits producteurs périurbains de Dakar utilisent des pesticides sur les cultures maraîchères de plus en plus massivement et de manière incontrôlée (Photos 5 et 6). Le flux total de pesticides a été estimé à 60kg/ha/an, totalisant 15 matières actives. Seules deux de ces matières actives sont autorisées par le CPS-CILSS qui règlemente l'usage des pesticides dans neuf pays d'Afrique de l'Ouest. Les plus utilisés par les producteurs sont l'organochloré dicofol, les organophosphorés methamidophos, dimethoate et fenithrotion ainsi que le cabamate methomyl (Guèye, 2010). Les flux les plus importants varient entre 9 et 7 kg/ha/an (methomyl, methamidophos, ethoprophos et dicofol), les autres pesticides ayant des flux inférieurs à 3.5 kg/ha/an. Les pesticides qui présentent un risque élevé de contamination des eaux souterraines et qui devraient être prioritaires pour un suivi analytique sont : le carbofuran, le dimethoate, l'ethoprophos et le methomyl.



Photo 5. Mauvaise pratique risque élevé



Photo 6. Flacon de diméthoate, produit dangereux

L'agriculture urbaine se particularise, selon les résultats de notre étude, par sa presque non-saisonnalité. 73% des agriculteurs pratiquent leurs activités durant toute l'année. Ce pourcentage est de 99% pour les agriculteurs utilisant les eaux usées. Le nombre moyen de mois de travail est d'environ 10 mois sur 12. Rares sont ceux qui ne travaillent que durant l'hivernage ou la période chaude (4,2%).

Les cultures. Les agriculteurs associent, sur une même parcelle, différentes activités : soit du maraîchage et de l'arboriculture, soit de l'arboriculture et de la culture de céréale, soit du maraîchage seulement avec association de deux spéculations (Photos 7 et 8). La plupart des exploitants s'investissent dans le maraîchage (43,8%), le maraîchage et l'arboriculture (31,3%), dans l'arboriculture et la culture de céréales (16,7%). Dans ce dernier cas, il s'agit essentiellement de la culture sous pluie de maïs à Ouakam.



Photo 7. Association de culture dans la parcelle



Photo 8. Association de cultures à l'intérieur de la planche

Il faut aussi signaler que les eaux usées et celles des céanes sont les principales sources d'eau d'arrosage et d'irrigation. En fait, les céanes sont directement creusés dans les champs alors que les eaux usées sont amenées soit par des canaux en PVC (22,9%), soit par tranchées rustiques (Ouakam). Il faut noter que l'aspersion à l'arrosoir (capacité d'environ 10 litres) représente la technique (41,7%) la plus utilisée (photo 9). La technique d'aspersion au tuyau souple commence également à se répandre dans la zone (Photo 10). On notera aussi qu'au niveau de ces exploitations, d'autres techniques telles que la localisation ou l'irrigation par une tranchée qui apporte l'eau dans un trou creusé au niveau de la parcelle (10,4%) et la raie sont utilisées (2,1%). Il arrive que deux techniques telles que l'aspersion et la localisation soient associées (2,1%).



Photo 9. Irrigation par aspersion à l'arrosoir



Photo 10. Irrigation à l'aspersion au tuyau d'arrosage (méthode qui facilite mieux la protection de l'agriculteur)

Les cultures fruitières et maraîchères présentent des potentialités de rendement nettement supérieures aux cultures traditionnelles pluviales (mil, sorgho, arachide, coton, riz). L'arachide et la pomme de terre peuvent donner des rendements allant respectivement de 1 à 20 tonnes à l'hectare. L'oignon, le concombre, la patate douce, la tomate, la pastèque, le poivron peuvent donner des rendements supérieurs à 50 tonnes par hectare. Le chou, le melon, l'aubergine, la carotte, le navet, le « Jaxatu » ont des rendements compris entre 20 à 50 t/ha. Le tableau 7 donne des informations intéressantes sur les différentes cultures maraîchères.

25 jours avec de l'eau usée au lieu d'un mois, pour arriver à maturité. Cependant, d'après eux, au plan de la résistance, les légumes cultivés avec l'eau usée pourrissent plus vite. Par exemple, la laitue doit être impérativement écoulée par les commerçantes dans les 24 heures après la récolte.

Sur le plan phénotypique (ensemble des caractères observables chez un individu), la couleur de la laitue, par exemple, est vert foncé, avec des tâches blanches sur les feuilles, dues au système d'arrosage (aspersion). La préférence des eaux usées par certains exploitants peut s'expliquer à travers les propos recueillis auprès d'un vieux maraîcher trouvé à la Patte d'oie : « Si j'avais la possibilité d'avoir en permanence cette eau sans être inquiété par le Service d'Hygiène, je pourrai nourrir plus de 30 personnes... ».

1.5. Importance de la pratique

Le manque d'eau fraîche disponible dans les régions à climat aride ou semi-aride pousse les agriculteurs à réutiliser les eaux usées comme source d'eau d'irrigation. Cette pratique existe depuis des siècles dans les régions à climat aride ou semi-aride. Elle a été recensée dans plus de 100 villes importantes par van der Hoek (2004). Les estimations de surfaces irriguées par des eaux usées (traitées, diluées, partiellement traitées ou brutes) dans l'agriculture mondiale seraient au moins de 20 millions d'hectares (7% de l'irrigation totale) (Hamilton *et al.*, 2007; Qadir *et al.*, 2007 ; Scott *et al.*, 2004), et ces surfaces devraient encore augmenter avec l'intensification du stress hydrique. Les légumes ne sont cultivés que sur 7% des surfaces irriguées avec des eaux usées à cause des restrictions des gouvernements, mais produisent un retour sur investissement doublé par rapport à une irrigation avec des eaux de nappe (Qadir *et al.*, 2007).

Des normes internationales ont été établies pour la réutilisation d'eaux usées en agriculture (Mara *et al.*, 2010 ; WHO, 2006), visant à minimiser les risques tout en maximisant les bénéfices des eaux usées. Elles concernent la qualité microbiologique des eaux usées (coliformes fécaux et nématodes intestinaux), les teneurs en métaux lourds/métalloïdes, la salinité (Ayers and Westcott, 1985) et les différentes restric-

tions de cultures ou de mode d'irrigation liées (Blumenthal *et al.*, 2000 ; Carr *et al.*, 2004). En outre, elles prennent en compte les mesures protectrices pour les cultivateurs et les lavages post-récoltes, mais certains risques comme les résidus de médicaments – potentiellement perturbateurs endocriniens – ou la qualité du milieu récepteur final ne sont pas soumis à restriction, car les méthodes analytiques et le nombre de recherche sont encore trop faibles. Le respect et le contrôle des normes existantes posent problème dans les pays du Sud, y compris au Sénégal, où la norme nationale de rejets d'eaux usées (DEEC, 2001) n'est pas appliquée.

Les avantages de la réutilisation d'eaux usées sont principalement d'ordre économique pour les producteurs, car plusieurs études recensent une augmentation des rendements (Faruqui *et al.*, 2004 ; Niang, 1999 ; Qadir *et al.*, 2007) et des coûts de productions diminués en épargnant des fertilisants. Cependant, un bénéfice environnemental pourrait avoir lieu en rechargeant des nappes côtières qui sont exposées à l'intrusion d'eau de mer lors de baisse du niveau phréatique, avec des effluents préalablement traités (Asano and Cotruvo, 2004). Afin de garantir le bénéfice environnemental, ces auteurs préconisent l'évaluation de la recharge en continu. En effet, le sol ne peut constituer un filtre suffisant dans les cas de recharge non contrôlée avec des effluents non traités et la qualité de la nappe en est atteinte (Carey and Migliaccio, 2009 ; Toze, 2006).

L'irrigation de longue durée avec des eaux usées induit des changements des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols (Gharbi Tarchouna, 2008 ; Mastro, 2009). Les impacts à long terme ont été relativement peu étudiés, mais on constate un accroissement des études ces trois dernières années (Carey, 2009). La littérature est contrastée sur les différents effets des eaux usées sur le sol. En effet, la variabilité des eaux infiltrées est importante (eaux usées traitées, partiellement traitées ou non traitées, eaux « grises » domestiques, effluents industriels, eaux de ruissellement d'orages, eaux usées plus ou moins diluées selon la disponibilité en eau du pays). Le type de sol qui reçoit les effluents est également un facteur important dans l'effet bénéfique ou néfaste de l'irrigation par des eaux usées sur les propriétés du sol.

Le principal site d'utilisation des eaux usées dans l'agriculture urbaine à Dakar se situe à Pikine. Ainsi, sur une surface totale emblavée d'environ 50 ha occupée par environ 850 maraîchers, seuls 160 parmi eux utilisent des eaux usées comme source d'approvisionnement en eau. Ce qui, sur le plan de l'occupation en terme de surface, correspond à 16 ha, soit environ 32% de la surface totale irriguée à Pikine. En terme de quantité d'eaux usées annuellement réutilisée pour l'irrigation, cela représente environ 2 millions de m³, soit environ 3% de la production annuelle d'eaux usées de la ville de Dakar.

Le site de Patte d'oie qui, il ya de cela quelques années (2005), comptait autour de sept agriculteurs utilisant des eaux usées sur 160 % de 12 ha, soit environ 6 % de la surface totale irriguée, n'en compte presque plus du fait de la campagne de récupération des eaux usées brutes organisée par l'Office nationale de l'Assainissement du Sénégal (ONAS) pour optimiser le fonctionnement de la station d'épuration de Cambérène.

Aujourd'hui, aussi bien à Pikine qu'à Patte d'Oie, la disponibilité des eaux usées brutes pour les agriculteurs reste problématique du fait de la réhabilitation des réseaux d'égout pour une optimisation de la station d'épuration de Cambérène, qui a été agrandie, et la station d'épuration de Pikine mise en place récemment par l'ONAS.

1.6. Caractéristiques des eaux d'irrigation

Une eau d'irrigation contient le plus souvent un mélange de sels naturels. Un sol irrigué par cette eau présentera la même composition de sels, mais souvent à des concentrations supérieures à celles qui ont rencontrées dans l'eau d'irrigation. Ceci par simple fait d'accumulation. Le niveau de concentration atteint dans les sols dépendra de la qualité de l'eau d'irrigation, mais également de la bonne gestion du drainage de ces sols. Si la salinité devient excessive, il en résultera une perte des rendements.

Eaux de céanes (Photo 11)



Photo 11. Vue d'une Céane

Salinité : autour de 5000 μ S/cm à Pikine mais moins de 2500 μ S/cm à Patte d'Oie

SAR : 6, à Patte d'Oie

Matières en suspension: autour de 400mg/l à Pikine mais moins de 100mg/l à Patte d'Oie

Matière organique (DCO) : autour de 170 mg/l dans les deux sites

Azote : autour de 600mg/l à Pikine et autour de 150 mg/l à Patte d'Oie

Phosphore : autour de 45 mg/l à Pikine et autour de 0.01 mg/l à Patte d'Oie

Potassium : autour de 35 mg/l à Pikine et autour de 82 mg/l à Patte d'Oie

Coliformes fécaux : de l'ordre de 10^5 par 100 ml dans les deux sites

Parasites : Œufs d'ascaris (5/l) à Patte d'Oie larves d'anguillules (2/10ml) à Pikine

Eaux usées (Photo 12)



Photo 12. Vue d'une céane remplie d'eau usée

Salinité : autour de 4000 μ S/cm à Pikine et autour de 2000 μ S/cm à Patte d'Oie

SAR : 7, à Pikine

Matières en suspension : autour de 4000mg/l à Pikine et autour de 7000mg/l à Patte d'Oie

Matière organique (DCO) : autour de 400 mgO/l à Pikine et autour de 600 mgO/l à Patte d'Oie

Azote : autour de 200mg/l à Pikine et autour de 80 mg/l à Patte d'Oie

Phosphore : autour de 12 mg/l à Pikine et autour de 19 mg/l à Patte d'Oie

Potassium : autour de 200 mg/l à Pikine et autour de 300 mg/l à Patte d'Oie

Coliformes fécaux : de l'ordre de 10^7 par 100 ml dans les deux sites

Parasites : Œufs d'ascaris, Anguillules, Ankylostomes à Patte d'Oie larves d'anguillules (18/l) à Pikine

Eaux de Puits (Photo 13)



Photo 13. Vue d'un puits

Salinité : autour de 2300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à Patte d'Oie

SAR : 6

Matières en suspension : autour de 28mg/l à Patte d'Oie

Matière organique (DCO): autour de 57 mg/l à Patte d'Oie

Azote : autour de 140mg/l à Patte d'Oie

Phosphore : autour de 6mg/l à Patte d'Oie

Potassium : autour de 90 mg/l à Patte d'Oie

Coliformes fécaux : de l'ordre de 10^3 par 100 ml dans les deux sites

Parasites : absence à Patte d'Oie

Il est généralement admis qu'une eau dont la salinité est inférieure à 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ne comporte aucune restriction pour son utilisation. Pour une eau dont la salinité est comprise entre 700 et 3 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, on constate un degré de restriction (type de sol et type de plante cultivé) allant de léger à modéré. En revanche, quand la salinité de l'eau dépasse 3 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, le degré de restriction devient très sévère (Ayers and Westcot, 1985).

Les moyennes observées nous montrent que pour les eaux de «céanes », les cas, bien que limites, restent gérables. L'analyse de la variation saisonnière montre que la salinité la plus élevée est observée en fin d'hivernage la moyenne est un peu dépassée (liée probablement à l'apport des eaux de ruissellement).

En revanche, pour les eaux de puits, c'est pendant l'hivernage que la salinité est moins importante. Elle s'accroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la saison des pluies. Les eaux de puits sont en moyenne moins salées que les eaux « céanes » à l'intérieur d'une même saison.

Les eaux usées en ce qui concerne le paramètre de la salinité restent les eaux les moins chargées. Les plus fortes salinités sont observées en saison froide et humide. Ceci serait probablement le résultat d'une faible utilisation des eaux de bain qui ont tendance à diluer les eaux.

Du point de vue de la qualité en nutriments, les eaux usées domestiques de Dakar ont un ratio N : P : K de 8 : 1 : 4 tandis que les eaux de céanes et puits présentent un ratio 7 : 1 : 5. Janssen *et al.*, (2005) estiment les besoins en nutriments N : P : K des légumes (tomates) à 7 : 1 : 8. Le potassium semble donc être le facteur le plus limitant des cultures de l'Agriculture urbaine de Dakar (Guèye, 2010).

Il est à remarquer finalement que, du point de vue, de la contamination microbiologique, seules les eaux de puits présentent des caractéristiques conformes à l'irrigation pour le maraîchage.

I.7. Directives de valorisation des eaux usées dans l'agriculture (tableau 8)

Paramètres	Unité	Effluents réutilisés dans l'irrigation (sur la base des directives de la FAO de 1976 et de l'OMS de 1989)
DBO ₅	mg L ⁻¹	100
Matière en Suspension	mg L ⁻¹	50
N total	mg L ⁻¹	
P Total	mg L ⁻¹	
Coliformes fécaux	no/100ml	1000
Œufs d'Helminthes	no/100ml	1
SAR		5
TDS (sels)	mg L ⁻¹	500

Tableau 8. Directives de valorisation des eaux usées dans l'agriculture

Partie 2

Contraintes

II.1. Contraintes relatives au statut foncier

Avant l'accession du Sénégal à l'indépendance, deux grands régimes fonciers ont cohabité : il s'agit du régime de « lamanat » et celui du code civil français de 1830.

Le premier régime a évolué de la découverte à la conquête (par le droit de feu, le droit de hache et le droit du premier occupant) pour aboutir à une mainmise sur la terre par de grands propriétaires appelés « Lamane ».

Ce régime allait subir une sérieuse concurrence avec l'arrivée du législateur français. En effet, le régime qu'il institua s'appuyait sur le code civil qui privilégiait la propriété de la terre à travers notamment la transcription des mutations et l'inscription des hypothèques et, d'autre part, le régime d'immatriculation, qui déboucha sur la constatation de la propriété foncière à travers un précieux document dénommé titre foncier. Les autorités sénégalaises ont fait table rase sur l'ensemble des règles précédemment appliquées sur le domaine foncier avec l'avènement de la constitution sénégalaise du 7 mars 1963 à travers son article 12 sur la propriété.

Avec l'évolution démographique de la ville de Dakar, imputable à divers facteurs (développement industriel, transfert de la capitale de Saint-Louis à Dakar, sécheresse), la ville qui ne se limitait qu'au Plateau (aujourd'hui centre ville) a vu naître beaucoup de quartiers. Mais tous les espaces vides en attente d'être viabilisés et ceux limitant les quartiers sont exploités par quelques rares agriculteurs. Cependant, d'année en année, les constructions de maisons grignotent les espaces agricoles.

Conscient de l'importance agricole, mais aussi écologique de la zone, le gouvernement colonial avait pris, avant l'indépendance du Sénégal,

une mesure visant à protéger la zone des Niayes par la Loi du 26 juillet 1952.

Après l'indépendance, l'État du Sénégal a pris d'autres mesures allant dans le sens de la protection de la zone considérée comme le « poumon vert » de la Capitale Dakar. C'est ainsi que des textes législatifs et réglementaires ont été élaborés et promulgués, notamment la loi du 2 juillet 1976 avec son décret d'application N° 76-67 qui fit de la zone une expropriation d'utilité publique.

En 1982, la politique de l'État commence à changer par rapport à l'esprit de protection accordée à cette zone. C'est ainsi que le décret 82-397 abroge et remplace les premiers, accordant ainsi des terrains de cette zone à des promoteurs immobiliers (Photo 14, Schéma 4).

Il est à noter que la position de l'État demeure dans ce cas précis instable ; les premiers décrets ont toujours protégés la zone. Cependant, l'attribution des terrains du fait de ce décret 82-397 a réduit très sensiblement la superficie de la zone cultivable. Il est à noter que sur les 44 nouveaux propriétaires des Niayes de Pikine et Patte d'Oie, il n'y a eu que 2 agriculteurs et un (1) seul éleveur, et le reste était composé de commerçants, d'industriels, de notaires, de comptables, de fonctionnaires, etc.

De même, en 1989, pour la création des citées Impôts et Domaines et Soprim, des zones de cultures ont été remblayées. Aujourd'hui beaucoup d'autres citées et infrastructures sont construites sur le domaine des Niayes (Hann mariste, El amal, le Golf club, le centre d'épuration de Cambérène, le Technopole...).

L'État du Sénégal s'est pris tardivement à une politique effective de protection des Niayes de la région de Dakar. Le 15 octobre 2002, le Président de la République a promulgué le décret 2002.1042 ordonnant l'élaboration et la mise en œuvre du Programme d'Actions pour la Sauvegarde et le Développement urbain des « Niayes » et zones vertes de Dakar (PASDUNE) et prescrivant des mesures de sauvegarde. Ce

Programme est doté d'un Plan directeur d'Aménagement et de Sauvegarde (PDAS) dont la durée d'élaboration et d'approbation est fixée au maximum pour deux ans. Ce Plan vise une utilisation rationnelle des Niayes et zones vertes de Dakar dans un processus de développement durable. Il doit permettre d'atteindre un équilibre entre l'écosystème et le développement économique et social. Il est important de souligner que tous les acteurs des Niayes ont été conviés à divers ateliers de concertation et de validation.

Notons que la loi de 1964 relative au domaine national n'a jamais réussi à éradiquer les méthodes coutumières de gestion des terres. Il faut se rappeler que cette loi, qui a été adoptée sous le régime socialiste qui prônait la gestion collective des terres, n'est plus d'actualité, car depuis 2 000 l'État s'oriente vers le libéralisme. Ce qui fait dire à certains que la terre est entrain de basculer d'une signification sociale traditionnelle à une signification moderne purement économique et individualiste. En réalité, cette loi qui envisage de reformer n'a jamais été appliquée du fait des difficultés que l'État rencontre auprès des paysans pour appliquer une méthode différente de celle de leurs ancêtres. Certains ont vu dans la décentralisation une opportunité pour amorcer le processus de changement nécessaire à l'acceptation de la réforme en ce qu'elle permettrait aux collectivités locales de gérer les ressources de leur localité. Mais il apparaît que les collectivités locales sont dans un état qui leur confère peu d'autorité. Depuis 1996, on a assisté à des spéculations sur la réserve foncière des communes. Cela a été rendu possible en partie par le fait que la plupart des élus locaux et des citoyens ne connaissent pas bien la législation foncière au Sénégal.

Il faut signaler que, bien avant l'immatriculation de la zone, la communauté léboue de Cambéréne s'est toujours proclamée propriétaire des champs. En effet, cette zone a toujours été occupée et exploitée par les familles léboues, de père en fils. Devant cette frénésie de construction, des mesures ont été prises par les autorités, mais le problème foncier de la zone demeure toujours flou.



Photo. 14. La menace du bâti

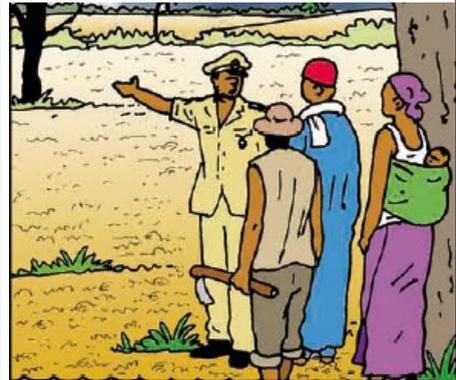


Schéma 4. Les litiges liés au foncier

II.2. Contraintes associées aux caractéristiques pédologiques des sites

L'irrigation de longue durée avec des eaux usées induit des changements des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols (Gharbi Tarchouna, 2008 ; Masto *et al.*, 2009). Les impacts à long terme ont été relativement peu étudiés, mais on constate un accroissement des études ces trois dernières années (Carey and Migliaccio, 2009). La littérature est contrastée sur les différents effets des eaux usées sur le sol. En effet, la variabilité des eaux infiltrées est importante (eaux usées traitées, partiellement traitées ou non traitées, eaux « grises » domestiques, effluents industriels, eaux de ruissellement d'orages, eaux usées plus ou moins diluées selon la disponibilité en eau du pays). Le type de sol qui reçoit les effluents est également un facteur important dans l'effet bénéfique ou néfaste de l'irrigation par des eaux usées sur les propriétés du sol. Les impacts suivants ont été relevés.

II.2.1. Impacts sur la microbiologie du sol

La survie et la dissémination des microorganismes pathogènes provenant des eaux usées dans le sol en fonction du climat, du type de sol, du mode d'irrigation et des pratiques agricoles, a fait l'objet de peu de recherches (Palese *et al.*, 2009). En Italie du Sud, ces derniers dénotent une absence de migration de bactéries au-delà de 10 cm. Ndiaye (2009)

montre, lui, que des bactéries pathogènes (*Escherichia Coli*) d'eaux usées brutes sont retrouvées jusqu'à 60 cm de profondeur en saison sèche et 180 cm en saison pluvieuse dans les sols sableux de Dakar.

La matière organique, la texture et l'activité biologique du sol conditionnent la mortalité (Trevisan *et al.*, 2002), tandis que les propriétés physico-chimiques du sol et la charge hydraulique de l'irrigation semblent être des facteurs importants dans la dissémination verticale des bactéries dans le sol (Smith and Badawy, 2008).

Au niveau de l'impact des eaux usées sur les propriétés biologiques du sol, Masto *et al.* (2009) ont montré une diminution de la biomasse carbonée, de la respiration des microorganismes du sol et de l'activité microbienne après 20 ans d'irrigation sur des sols limono-sableux en climat semi-aride indien. Carey and Migliaccio (2009), Gelsomino *et al.* (2006) ainsi que Ramirez-Fuentes *et al.* (2002) relèvent une augmentation de ces mêmes pools actifs du carbone respectivement sur andosols du Sud de l'Italie et vertisols ou leptosols du Mexique. Carey and Migliaccio (2009) suggèrent qu'il y a augmentation de l'activité biologique des sols lorsque le ratio C/N des effluents est élevé, ce qui peut conduire à un colmatage biologique des pores (Magesan *et al.*, 2000).

Sur les sols sableux de Dakar, Ndour *et al.* (2008) ne dénotent pas de changement significatif sur la biomasse microbienne ni sur son activité totale, mais trouvent une communauté bactérienne nitrifiante plus forte. La microfaune du sol (protozoaires et nématodes) est également affectée par les effluents, sa population totale augmente et sa composition change vers des espèces prédatrices qui favorisent un turn-over plus rapide des nutriments du sol (Gupta *et al.*, 1998).

II.2.2. Impacts sur le carbone organique, les nutriments et le pH du sol

Les différentes études montrent des tendances contrastées : da Fonseca *et al.* (2007), Sophocleous *et al.* (2009), ainsi que Tabari and Salehi (2009) rapportent que l'azote sous forme de nitrates ($N-NO_3$) augmente significativement dans le sol après plusieurs années d'irrigation avec des effluents (respectivement un oxysol sableux au Brésil, un sol silto-argileux au Kansas et un sol argilo-limoneux en Iran central). Ra-

mirez-Fuentes *et al.* (2002) dénotent une augmentation progressive de 80 mg C par kg de sol par an sur une période de 90 ans d'irrigation avec des eaux usées à proximité de Mexico City. Masto *et al.* (2009) relèvent une augmentation des nutriments disponibles P (+128 kg ha⁻¹) et K (+524 kg ha⁻¹) sur des sols périurbains en Inde.

Ces auteurs suggèrent donc que les sols irrigués par des eaux usées stockent une source intéressante de nutriments pour les cultures. Heidarpour *et al.* (2007) et Pedrero and Alarcon (2009) ne constatent pas quant à eux de changements de nutriments respectivement pour un sol argilo-limoneux en climat semi-aride de l'Iran et pour un sol limoneux en Espagne. Le pH du sol augmente après irrigation avec des effluents selon da Fonseca *et al.* (2007), reste inchangé selon Heidarpour *et al.* (2007) ou diminue avec des eaux usées brutes selon Ndour *et al.* (2008). Le ratio C/N des eaux usées serait un indicateur du lessivage des nitrates selon Magesan *et al.* (2000). Ainsi un ratio C/N petit indique un lessivage important de N qui est alors moins immobilisé par la biomasse.

Dans les Niayes de Pikine et Patte d'Oie, les itinéraires techniques sont peu adaptés aux besoins nutritionnels des plantes en fonction du stade de croissance, puisque les apports en fertilisants minéraux sont effectués en une dose élevée unique et ne sont pas enfouis dans le sol (Photos ,15, 16) ce qui induit des pertes par évaporation et par lessivage plus importantes et diminue la disponibilité de l'azote pour les plantes. De plus, les apports en ammonium par les eaux usées ne compensent pas les fertilisants minéraux, car la forme cationique de NH_4^+ entre en compétition avec les autres éléments nutritifs cationiques, tels K^+ , Ca^{2+} et les micronutriments métalliques. La présence importante de Na^+ dans les eaux d'irrigation (eaux usées et eaux de nappe) est également néfaste pour l'absorption de K^+ sur le complexe humique du sol, la CEC du sol étant déjà très faible (Guèye, 2010).



Photo 15. Fumier déposé en surface



Photo 16. Matières organiques issues des eaux usées en surface

Il apparaît dans la zone des apports en azote massifs. Cependant, l'irrigation avec des eaux usées non traitées ou des eaux saumâtres diminue la capacité du sol à stocker l'azote.

Une meilleure gestion de la fertilisation est nécessaire dans la zone d'AU de Dakar, afin :

- de réduire les pertes gazeuses qui contribuent à l'effet de serre ;
- de ralentir la minéralisation du carbone et de l'azote organiques pour créer un stock de C et N dans ces sols ;
- de limiter le lessivage dans la nappe ;
- d'augmenter l'efficacité d'utilisation de N par les plantes (Guèye, 2010).

II.2.3. Impacts sur la salinisation et l'alcalinisation du sol

On distingue la salinisation neutre (augmentation des chlorures et sulfates) et l'alcalinisation du sol (augmentation des bicarbonates) qui, couplés, représentent la sodisation (augmentation du sodium échangeable). La salinisation et/ou l'alcalinisation sont les influences les plus caractéristiques de l'irrigation avec des eaux usées (Gloaguen *et al.*, 2007 ; Leal *et al.*, 2009). Ces auteurs mettent en évidence une augmentation de Na, HCO_3 , du ratio d'adsorption du sodium (SAR), de

la conductivité électrique (CE), du pH ainsi que des modifications des ions échangeables et de la solution du sol. Ils révèlent que des teneurs faibles en matière organique et en CEC accélèrent le processus de sodisation. Les conséquences sont une dispersion des argiles qui induit la déstructuration du sol, la diminution de sa perméabilité et l'augmentation du ruissellement et de l'érosion (Bond, 1998). La sodisation est une dégradation irréversible des sols (Loyer, 1991) et touche 25-50% des surfaces irriguées en zone arides et semi-arides (Tanji and Kielen, 2002 ; Boivin, 2002). Outre une diminution des rendements, les microorganismes du sol sont touchés par la salinité du sol et, de ce fait, les processus de bio-transformation de l'azote sont affectés, notamment par une inhibition de l'ammonification et de la nitrification, limitant ainsi la disponibilité de l'azote pour les plantes (Ruiz-Romero *et al.*, 2009).

Au niveau de la gestion des pratiques agricoles dans les sites d'AU (Photos 17a et 17b), cette étude suggère que des mesures de lutte contre la salinisation des sols devraient être mises en place, notamment avec l'application de gypse ou de chaux. Du phosphogypse est facilement disponible, car extrait au Sénégal, mais il contient des éléments en traces, dont du cadmium et du chrome qui pourraient s'accumuler dans le sol si les apports sont fréquents. Le lessivage des sels par une eau de bonne qualité, particulièrement lors des années à pluviométrie déficitaire, paraît difficile, car il n'y a pas d'accès au réseau d'eau potable à l'intérieur des sites d'AU.



Photo 17.A) Efflorescences de jarosite sur un sulfatosol non irrigué à Pikine

Photo 17.B) Alcalinisation d'un gleysol à Pikine avec un stress osmotique pour les cultures

II.2.4. Impacts sur la perméabilité du sol

En fonction du type de sol irrigué, les conséquences seront différentes.

Babcock *et al.* (2009) ont mis en évidence une réduction de la conductivité hydraulique à saturation, de la porosité de drainage et de la porosité effective dans les premiers 15 cm de sol, conséquence des eaux usées sodiques. L'irrigation prolongée avec des eaux usées peut provoquer une hydrophobicité persistante dans l'horizon superficiel du sol, ce qui peut induire des perturbations de l'infiltration de l'eau dans le profil de sol (flux préférentiels, non uniformité de l'humectation) et une augmentation du ruissellement et de l'érosion (Vogeler, 2009 ; Wallach *et al.*, 2005).

En revanche Vogeler (2009) a constaté des effets positifs sur les propriétés physiques de sols sableux à faible texture, avec une augmentation de la stabilité des agrégats et une diminution de la macroporosité malgré une porosité totale plus élevée. Masto *et al.* (2009) ont mis en évidence une augmentation de 20% des argiles.

II.2.5. Impacts sur les teneurs en éléments phytotoxiques et micropolluants

Les eaux usées peuvent induire une augmentation progressive d'Al, Mn, B, ou des éléments traces métalliques cationiques sur les sites échangeables du complexe argilo-humique du sol qui se révèlent phytotoxiques à partir d'un certain seuil ou entrent dans la chaîne alimentaire, à l'exemple du cadmium (Pedrero, 2009 ; Hamilton *et al.*, 2007). Il peut y avoir des résidus médicamenteux dans les eaux usées non traitées qui sont potentiellement perturbateurs endocriniens (Chèvre *et al.*, 2010). Une augmentation de matière organique soluble dans les effluents peut augmenter le lessivage de certains micropolluants organiques (pesticides et médicaments) qui s'y adsorbent préférentiellement (Babcock *et al.*, 2009).

II.3. Contraintes associées à la qualité des eaux d'irrigation

Selon la classification Riverside (Richards, 1954), qui évalue le risque de salinisation/alcalinisation du sol, $SAR = Na^+ / \sqrt{((Mg^{2+} + Ca^{2+})/2)}$, avec Na, Mg et Ca en méq/L. C1 S1 (vert) : eau de bonne qualité.

C2 S1 : qualité moyenne à bonne, restriction sur sols lourds et plantes sensibles.

C3 S1 (jaune) : qualité moyenne à médiocre, nécessité de lessivage et/ou apport de gypse. C3 S2 et C4 S1 (orange) : qualité médiocre à mauvaise, uniquement sur sols légers avec lessivage et/ou apport de gypse.

C3 S3, C4 S2 (rouge) : qualité mauvaise, uniquement pour plantes résistantes avec lessivage et apport de gypse.

C4 S3 (bordeaux) : qualité très mauvaise, à n'utiliser que dans des circonstances exceptionnelles.

C4 S4 : eau déconseillée pour l'irrigation.

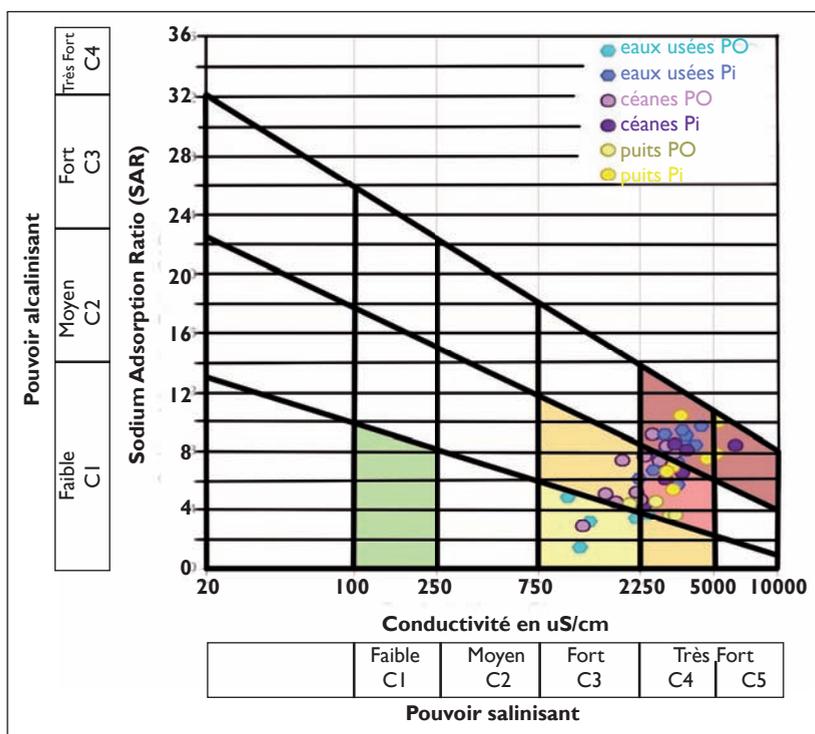


Figure 4. Qualité des eaux d'irrigation de la zone périurbaine de Dakar (Guèye, 2010)

Selon la classification de Riverside, les eaux d'irrigation utilisées dans l'agriculture urbaine (eaux de nappe et eaux usées) sont médiocres à très mauvaises (Figure 4) et induisent un fort risque de salinisation des sols et un risque moyen à élevé d'alcalinisation. La Figure 4 montre que quel soit le type d'eau d'irrigation, il y a des risques importants de dégradation des sols et que les producteurs devraient impérativement apporter du gypse pour limiter la dégradation.

L'alcalinité et les teneurs en calcium élevées des eaux saumâtres induisent la précipitation de CaCO_3 dans l'horizon superficiel du sol. Na remplace consécutivement Ca sur le complexe argilo-humique du sol et les bicarbonates diminuent dans la solution du sol. Le carbone organique dissout (COD) augmente significativement dans la solution du sol et dans la nappe sous-jacente. Il serait exporté sous forme de complexes humate-sodium (Wong *et al.*, 2010). La minéralisation du carbone et de l'azote est accélérée par les eaux saumâtres et les teneurs ainsi que les stocks de Corg et Norg diminuent malgré des apports plus importants de fertilisants organiques et minéraux, ce qui entraîne des coûts accrus de production (Guèye, 2010).

Malgré l'alcalinité et les teneurs très élevées en calcium des eaux usées, il y a peu de précipitation de CaCO_3 dans l'horizon superficiel du sol et une faible augmentation du sodium échangeable ESP. La nitrification de l'ammonium des eaux usées (moy 190mg/l à Pikine) produit des protons, qui ne sont plus tamponnés par les bicarbonates exportés hors du profil. Il y a alors une nette baisse de pH des sols irrigués par des eaux usées non traitées. Le COD des eaux usées est quatre fois supérieur à celui des eaux saumâtres, l'azote total, le double. Alors que le COD semble mieux retenu dans le sol, les teneurs dans la solution du sol et dans la nappe sous-jacente sont inférieures à celles des sols irrigués avec des eaux saumâtres, l'azote transformé en nitrates n'est pas retenu et atteint la nappe (Guèye, 2010).

Par ailleurs, selon leur tolérance à la salinité (Tableau 9), les laitues, oignons et aubergines sont susceptibles d'avoir des croissances et rendements restreints sur une majorité des parcelles (Guèye, 2010).

Culture	Nom scientifique	Seuil de tolérance à la salinité en $\mu\text{S/cm CE}$ (conductivité électrique)
Laitue	<i>Lactuca sativa</i> L.	1300
Tomate	<i>Lycopersicon lycopersicum</i> (L.)	2500
Oignon	<i>Allium cepa</i> L.	1200
Aubergine	<i>Solanum melongena</i> L. var <i>esculentum</i>	1100
Choux	<i>B. oleracea</i> L.	1'800

Tableau 9 : Tolérance à la salinité des cultures de la zone périurbaine de Dakar (Tanji and Kielen, 2002 in Guèye, 2010)

On note cependant une nette différence de la qualité de l'eau des puits et des eaux usées entre les sites de Patte d'Oie (PO) et Pikine (Pi) : La conductivité et le SAR sont plus élevés à Pikine. Les canalisations d'eaux usées mises en place par les producteurs à Pikine traversent une mare permanente salée et ne semblent pas complètement étanches, ce qui expliquerait la différence des propriétés des eaux usées entre les deux sites. Les eaux usées de Pikine ont un pouvoir salinisant et alcalinisant aussi important que celui des eaux de nappe les plus saumâtres. Les eaux usées contiennent également des éléments traces tels le bore, en concentration moyenne de 460 $\mu\text{g/l}$. Le bore est phytotoxique et le seuil de restriction modérée fixé à 700 $\mu\text{g/l}$ (Ayers and Westcot, 1985) est dépassé pour certains échantillons d'eaux usées. Cependant, le seul critère de la qualité des eaux n'est pas suffisant pour déterminer un risque de dégradation du sol, il est indispensable de prendre en compte les paramètres du bilan hydrique selon le climat local, les modalités d'irrigation ainsi que les propriétés hydriques du sol (Beltran, 1999 ; Browne et al., 2008).

II.4. Contraintes associées au niveau de formation et d'information des agriculteurs

39,0% de la population des agriculteurs sont instruits, dont 2,4% ayant le niveau supérieur, 4,9%, le niveau secondaire et 31,7%, le niveau primaire. Le reste de la population est réparti entre ceux qui n'ont

reçu aucune instruction et ceux qui ont appris seulement l'arabe (soit 43,9%).

Ainsi, autour de 80 % des agriculteurs sont soit instruits en arabe soit instruits en français. Une bonne technique de communication devrait intégrer le passage de l'information à travers ces deux langues.

Par ailleurs, on peut constater à travers les questionnaires et focus groupe que la plupart des modes de transmission du savoir-faire passe soit par :

- un mode de transmission intergénérationnel « C'est mon père ou c'est mon grand père qui ma appris le métier », avec cependant un petit « bémol », car nous avons aussi entendu maintenant, dans les champs, les anciens dire : « Les jeunes d'aujourd'hui n'en font qu'à leur tête ! Vous leur demander de faire comme ceci et dès que vous tournez le dos, ils font autre chose ! » ;
- un mode de transmission « inter-voisins » : « J'ai vu faire dans le champs du voisin ou le voisin m'a conseillé de faire de cette façon... ». Là aussi, nous tenons à mettre un « bémol », car le voisin est souvent, aussi, un concurrent et il n'est pas prompt à révéler ses « secrets » ;
- un mode de transmission à travers le fournisseur d'intrants (surtout pour les pesticides) et les vulgarisateurs agricoles (de plus en plus rares pour l'agriculture urbaine qui ne fait pas partie du schéma institutionnel classique ;
- un mode de transmission à travers des séances de formation organisées par des ONG. Ce mode de transmission est évidemment lié aux aléas des financements et n'atteint pas toujours la totalité de la cible.

✓ **Perception des agriculteurs de Pikine sur les risques liés à l'utilisation des eaux usées en 2005**

En 2005 à Pikine, la perception par les agriculteurs du risque lié à une exposition aux eaux usées était beaucoup plus faible que celle du risque lié aux pesticides (Chaudhuri 2009). Quand, à travers les focus groupe et les questionnaires, il leur était demandé : « Qu'est ce qu'il

ya dans les eaux usées? » Pour 51% des agriculteurs de Pikine, les eaux usées étaient considérées comme une source de fertilisants.

20% d'entre eux disaient que les eaux usées ne contenaient rien, pendant que 24% d'entre eux disaient que les eaux usées pouvaient contenir des microbes et des parasites. Des résultats similaires ont été notés chez les agriculteurs urbains du Ghana, où 62% sur un total de 138 agriculteurs interrogés étaient prompts à répondre : « il n'y a rien de nocif dans notre eau », en insistant sur les propriétés de fertilisants et de facilité d'accès (Keraita, 2002, in Chaudhuri, 2009).

De même, les agriculteurs n'ont pas le sentiment d'être affectés par une explosion aux eaux usées. Quand on leur demande : « Avez déjà eu dans le passé une maladie cause par les eaux usées » ?, seulement 26% (13/49) disent avoir eu une maladie qui peut être liée aux eaux usées ; 71% (35/49) ne le reconnaissent pas. Des données cliniques recueillies en 2000 à Pikine, où les eaux usées sont les plus utilisées, ont montré qu'au moins 41% des agriculteurs qui utilisent ces eaux sont infectés par des parasites intestinaux. Les principaux parasites étaient *Ascaris lumbricoides* (vers rond), *Trichuris trichuria* (Trychocéphale) et *Strongyloides stercoralis* (Anguillule) (Niang et al., 2002).

Ces données et les données liées à la contamination de l'eau avaient été présentées aux agriculteurs en 2002. Tous les agriculteurs qui avaient été infectés furent déparasités. Le médecin parasitologue chargé de l'étude fit la remarque suivante : « Les agriculteurs n'étaient pas conscients qu'ils étaient infectés, mais lorsqu'ils furent traités, ils reconnurent tous une sensation de mieux être » (Pr Yemou Dieng, 2005, communications personnelles).

Concernant l'utilisation des eaux usées, plus de 45% des agriculteurs disent que cette pratique ne comporte pas de risque pour leur santé et 71% d'entre eux disent qu'il n'y a pas de maladie liée à son utilisation. Aussi, quand on leur a demandé leur besoin en formation, peu d'entre eux ont sollicité une formation dans l'utilisation sans risque des eaux

usées (Chaudhuri, 2009). Malgré tout, les études ont révélé la présence de parasites dans les eaux d'irrigation et au moins 41.8% d'agriculteurs infectés par les mêmes parasites trouvés dans l'eau.

Malgré la mise en place de champagnes de formation, le suivi a montré que bien que les agriculteurs se lavaient plus régulièrement après l'irrigation, leurs méthodes d'irrigation n'ont pas beaucoup évolué.

Généralement, les causes de maladies évoquées par les agriculteurs tournent autour de « trop de travail », « pratiques culturales inefficaces » (dues à la mauvaise utilisation des pesticides, aux outils mal adaptés..) et, pour un faible pourcentage, « l'utilisation des eaux usées » ; « le sucre » également a été évoqué comme cause d'infection parasitaire (Chaudhuri, 2009).

Les agriculteurs citaient dans leurs méthodes, pour éviter la maladie, le port d'équipement adéquat lors de l'utilisation des pesticides, le changement de méthodes d'irrigation et la réduction du temps de travail.

À la question relative aux modes de soins, beaucoup de méthodes traditionnelles ont été évoquées aussi bien préventives que curatives avec l'utilisation de plantes et le recours au marabout (Chaudhuri, 2009). La croyance religieuse et les prières jouent aussi un rôle important dans la prévention et le traitement des maladies. Ceci étant lié au fait que la plus part des agriculteurs croient à la volonté divine comme cause ultime des maladies et des guérisons. Ils ont également la ferme conviction qu'étant Africains, ils sont plus résistants aux maladies que les autres non-Africains (Chaudhuri, 2009).

Les membres du GIE provania pensent que « la formation des formateurs » au cours d'ateliers demeure la méthode la plus efficace pour transmettre l'information aux agriculteurs urbains. La culture d'atelier de formation des formateurs est très familière au GIE Provania qui est constamment impliqué dans les séances de formations organisées par ENDA Rup, IAGU, ANCAR, LATEU, FAO...(Photos 18, 19, 20).



Photo 18. Agriculteur-formateur



Photo 19. Agriculteurs suivant une formation



Photo 20. Agriculteur-formateur

Partie 3

Évaluation des risques sanitaires liés à l'utilisation des eaux usées

III. I. Identification des dangers dans les eaux d'irrigation

Identification des dangers dans les eaux usées

Dans les eaux usées, les analyses ont données les résultats qui suivent (Photo, 21, Schéma 5).

- *les bactéries* :

Coliformes fécaux autour de 10^7 par 100 ml

Salmonelles : 11 positifs sur 78 échantillons



Photo 21. Arrivée d'eaux usées brutes dans les champs

- les parasites

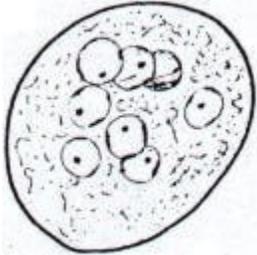
 <p>Larves d'anguillule : 55 par 10 ml</p>	 <p>Kystes d'amibes (<i>Antamoeba coli</i>) : 245 par 10 ml</p>
 <p>Œufs d'<i>Ascaris</i> (vers rond) : 30 par 10 ml</p>	 <p>Œufs d'Ankylostomes : 5 par 10 ml</p>

Schéma 5. Vue des parasites rencontrés dans les eaux usées

Identification des dangers dans les eaux de céanes

- les bactéries :

Coliformes fécaux autour de 10^5 par 100 ml

Salmonelles : 17 positifs sur 78 échantillons

- les parasites



Photo 22. Larves d'anguillule : 2 par 10 ml



Photo 23. Vue d'une céane

III.2. Identification des dangers dans les produits agricoles au champ

Identification des dangers dans les tomates

Les analyses ont été réalisées sur des échantillons d'environ 650 grammes de tomates, les résultats suivants ont été obtenus (Schéma 6, Photo, 24).

- les parasites trouvés

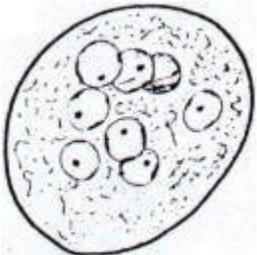
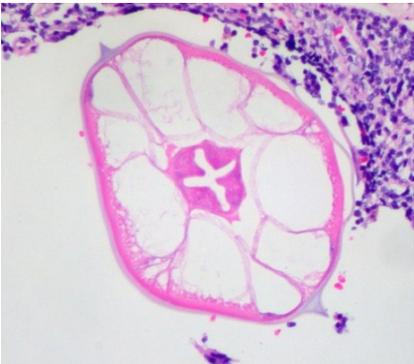
 <p>Larves d'anguillule : 0.015 par gramme</p>	 <p>Kystes d'amibes (<i>Antamoeba coli</i>) : beaucoup par gramme</p>
 <p>Œufs d'Ascaris (vers rond) : 0.008 par gramme</p>	 <p>Œufs d'Oxyures: 0.001 par gramme</p>

Schéma 6. Parasites rencontrés dans les tomates



Photo 24. Planches de tomates dans les champs

Identification des dangers dans les laitues

Les analyses ont été réalisées sur des échantillons d'environ 200 grammes de laitues, les résultats suivants ont été obtenus (Schéma 7, Photo 25).

- les parasites trouvés



Larves d'anguille : 0.015 par gramme



Trophozoïtes de *Trichomonas intestinalis* :
beaucoup par gramme

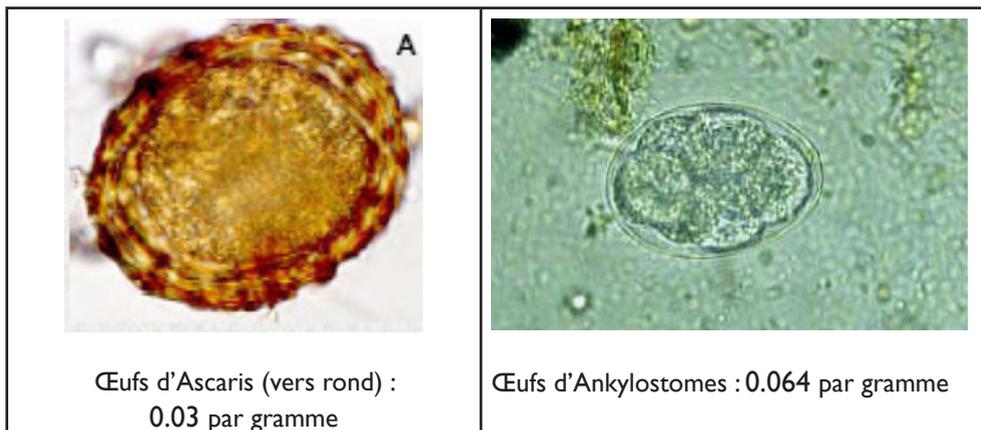


Schéma 7. Parasites rencontrés dans les laitues



Photo 25. Irrigation des planches de laitues

III.3. Identification des dangers chez les personnes à risques

L'utilisation des eaux usées dans l'agriculture est une pratique assez courante liée à la rareté de l'eau, mais aussi et surtout à la grande réserve de fertilisants qu'elles recèlent. Cependant, les eaux usées contiennent également en grandes quantités et sous diverses formes des microorganismes pathogènes capables de résister plus ou moins longtemps dans l'eau, les sols ou dans les légumes. Ces agents pathogènes peuvent contaminer et rendre malades les agriculteurs eux-mêmes, les commerçant(e)s et les consommateurs.

Identification des dangers chez les agriculteurs

Les agriculteurs sont exposés à travers le contact direct avec les eaux usées (Schéma 8 et Photos 26, 27). Plus de 63,4% des exploitants agricoles s'exposent pendant plus de trois heures par jour lors de l'irrigation. Pour se protéger contre les risques d'infection, la quasi-totalité des exploitants interrogés déclarent n'utiliser ni gant, ni bottes, ni masque de protection.

Ils sont également exposés du fait qu'ils prennent les repas dans les champs sans s'être lavés correctement les mains. Mais il leur arrive également de consommer sur place des fruits ou légumes crus arrivés à maturité (tomates, *Jaxatu*, cerises...) sans les avoir correctement désinfectés. Le taux de parasitisme ou prévalence des parasitoses intestinales trouvé est de 85,7% alors qu'au niveau national les parasitoses représentent 4% des causes de consultation (source : SNIS 2006).

- les parasites trouvés

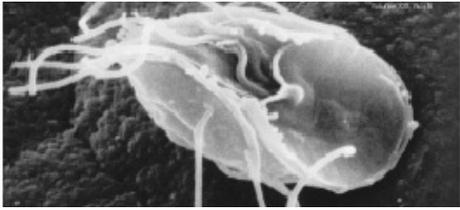
 <p><i>Giardia intestinalis</i></p>	 <p><i>Entamoeba coli</i></p>
 <p>Œufs d'Ascaris (vers rond) : 70 par gramme de selle</p>	 <p>Œufs de Trichocéphale : 2 par gramme de selle</p>

Schéma 8. Parasites rencontrés chez les agriculteurs





Photo 27. Agriculteur prenant son petit-déjeuner après l'irrigation

Identification des dangers chez les vendeuses

Les vendeuses sont exposées à travers le contact direct avec les eaux de céanes lors du lavage des légumes, mais aussi lors de la récolte des laitues (Schéma 9 et Photos 28, 29). Elles ne portent pas de gans ni de bottes et pourtant elles peuvent rester de longs moments au contact de l'eau et des légumes contaminés.

- les parasites trouvés

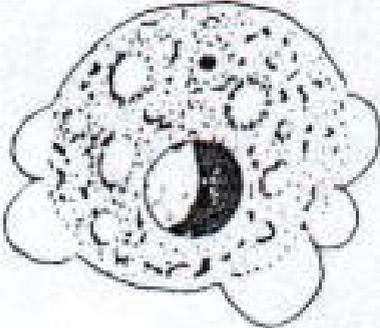
 <p><i>Endolimax nana</i></p>	 <p><i>Entamoeba coli</i></p>
 <p>Œufs d'Ascaris (vers rond) : 15 par gramme de selle</p>	 <p>Œufs de Trichocéphale : 2 par gramme de selle</p>
 <p>Œufs Ankylostomes</p>	

Schéma 9. Parasites rencontrés chez les vendeuses



Photo 28. Séances de rinçage des laitues dans les céanes



Photo 29. Séances de récolte des légumes au champ

Identification des dangers chez les ménages

Les ménages sont exposés à travers la consommation de légumes non correctement désinfectés (Schémas 10 et 11). 99% des ménages s'approvisionnent en légumes dans les marchés et moins de 1% se rendent directement dans les périmètres de maraîchage.

En ce qui concerne la désinfection des légumes avant consommation, l'enquête a fait ressortir que 66% des ménages déclarent désinfecter les légumes et 33% ne font qu'un simple lavage et rinçage avec l'eau de robinet.

- les parasites trouvés

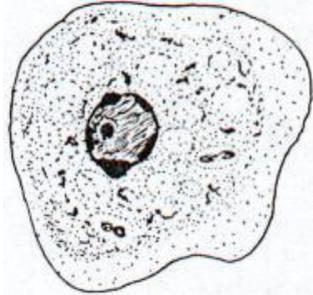
 <p><i>Endolimax nana</i></p>	 <p><i>Entamoeba coli</i></p>
 <p>Œufs d'Ascaris (vers rond) : 41 par gramme de selle</p>	 <p>Œufs de Trichocéphale : 1 par gramme de selle</p>
 <p><i>Trichomonas intestinalis</i></p>	 <p><i>Strongyloides stercoralis</i> (anguillules)</p>

Schéma 10. Parasites rencontrés chez les consommateurs



III.4. Caractérisation des risques

Les helminthiases constituent une maladie endémique à Pikine et se trouvent parmi les trios, premières causes de maladie qui affectent cette population. Les helminthes sont souvent rencontrés dans des endroits à hygiène déficiente, avec une transmission à travers les eaux usées ou le sol. Il est ressorti d'une multitude d'études que l'utilisation des eaux usées brutes dans l'agriculture est responsable de surcharge parasitaire chez les agriculteurs dans les régions où ces parasites sont endémiques (Blumenthal *et al.*, 2000). La transmission des helminthes et autres pathogènes du tube digestif a également été lié à la consommation de légumes crus exposés aux eaux usées (Blumenthal *et al.*, 2000). Nous avons souvent observé à Pikine des agriculteurs consommant ou préparant à manger après une séance d'irrigation ou en rangeant les légumes récoltés (Chaudhuri, 2010).

Les symptômes relevés dans les cas d'helminthiases sont :

- la nausée ;
- l'irritation de la peau ;
- la démangeaison ;
- la boursoufflure ;
- les maux de ventre ;
- les pincements de nombril ;

- la fatigue ;
- les maux de foie ;
- les vomissements et excès de salivation (Pr Dieng, 2005 communication personnelle).

Aucuns de ces symptômes n'a été rapporté à Pikine lors des focus groupes et des enquêtes effectués chez les agriculteurs de la zone malgré les résultats des prélèvements parasitologiques qui confirment l'infestation (Chaudhuri, 2010).

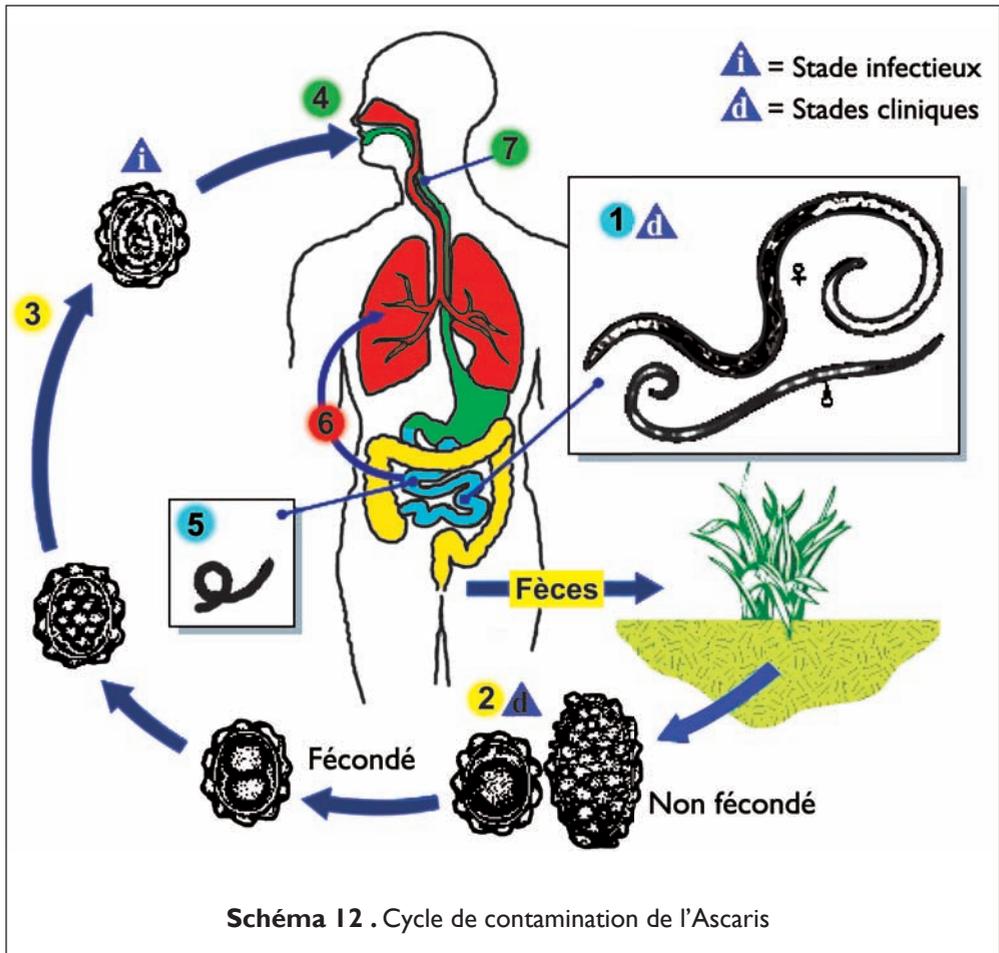
L'absence de correspondance entre la perception de l'impact sanitaire de l'exposition des agriculteurs aux eaux usées et les données cliniques et environnementales collectées à Pikine soulèvent quelques pistes de réflexion intéressantes :

- les agriculteurs pourraient bien s'être adaptés aux symptômes des helminthiases, ce qui fait qu'ils ne ressentent plus les sensations qui sont liées à ces infections ;
- les agriculteurs pourraient avoir développé une sorte d'immunité à ces parasites ;
- enfin, les agriculteurs peuvent avoir été si longtemps habitués aux symptômes qu'ils ont fini par l'accepter comme une situation normale qu'ils ne peuvent plus distinguer de l'état de fatigue générale qu'ils lient à la dureté de leur travail (Chaudhuri, 2010).

Les parasites les plus fréquents notés sont les *Ascaris lumbricoïdes*, les *Trichuris trichura* dont la contamination se fait par voie orale, et les *Ankylostomes* et les *Strongyloïdes stercoralis* qui se transmettent à l'individu par voie cutanée.

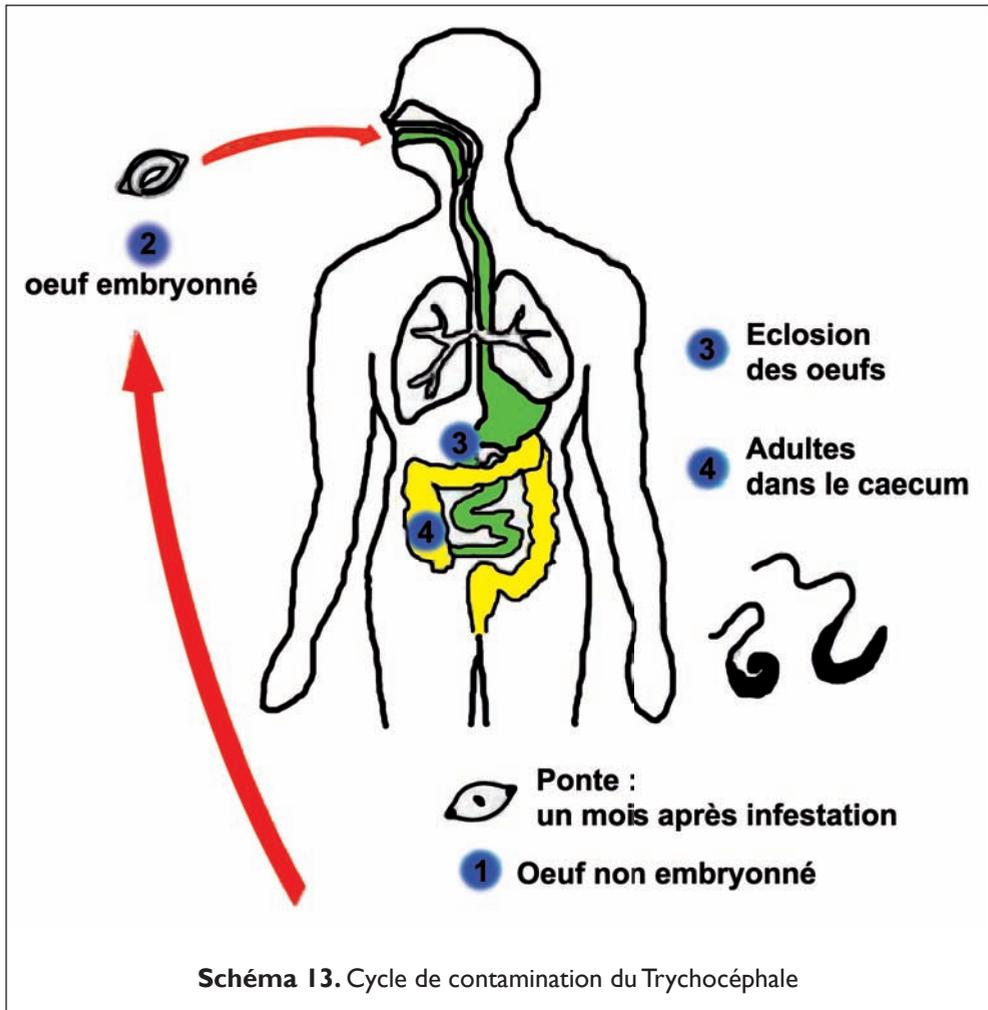
Contamination par *Ascaris lumbricoïdes*

Il détermine une ascariose qui peut se manifester par des nausées, vomissements, douleurs abdominales, des troubles du transit à type de diarrhées ou constipation et parfois par une alternance des deux. Cette ascariose peut entraîner des complications surtout chirurgicales à type d'occlusion intestinale, de perforation intestinale ou de péritonite (Schéma 12).



Contamination par *Trichuris trichura* (Trichocéphale)

Il est l'agent de la trichocéphalose qui se manifeste en dehors des signes digestifs par une anémie modérée, car étant un parasite hémato-phage. Il peut aussi entraîner un prolapsus rectal surtout chez l'enfant (Schéma 13).



Contamination par *Strongyloïdes stercoralis* (Anguillules)

Détermine l'anguillulose qui se manifeste aussi par des signes cutanés lors de la phase contamination, par des signes pulmonaires lors de la phase de migration larvaire dans l'organisme et par des signes digestifs à type de douleurs évoquant l'ulcère duodénal amenant le sujet à croire qu'il est ulcéreux (Schéma 14).

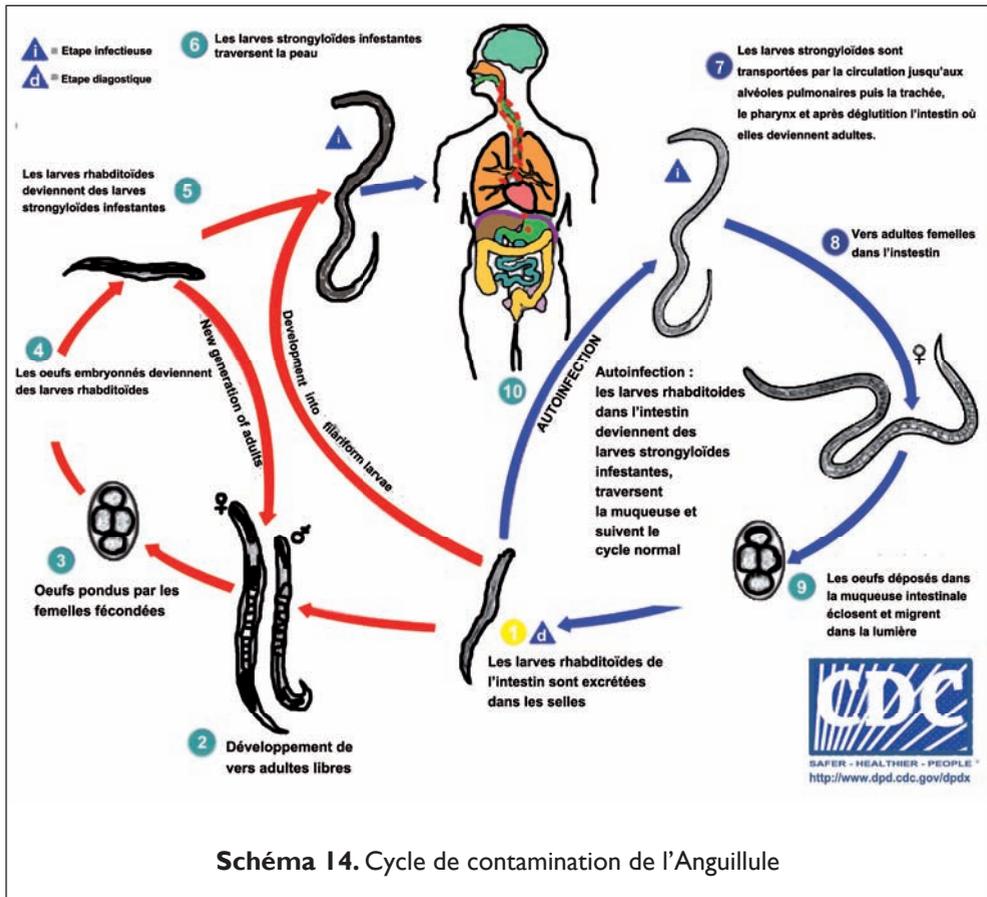
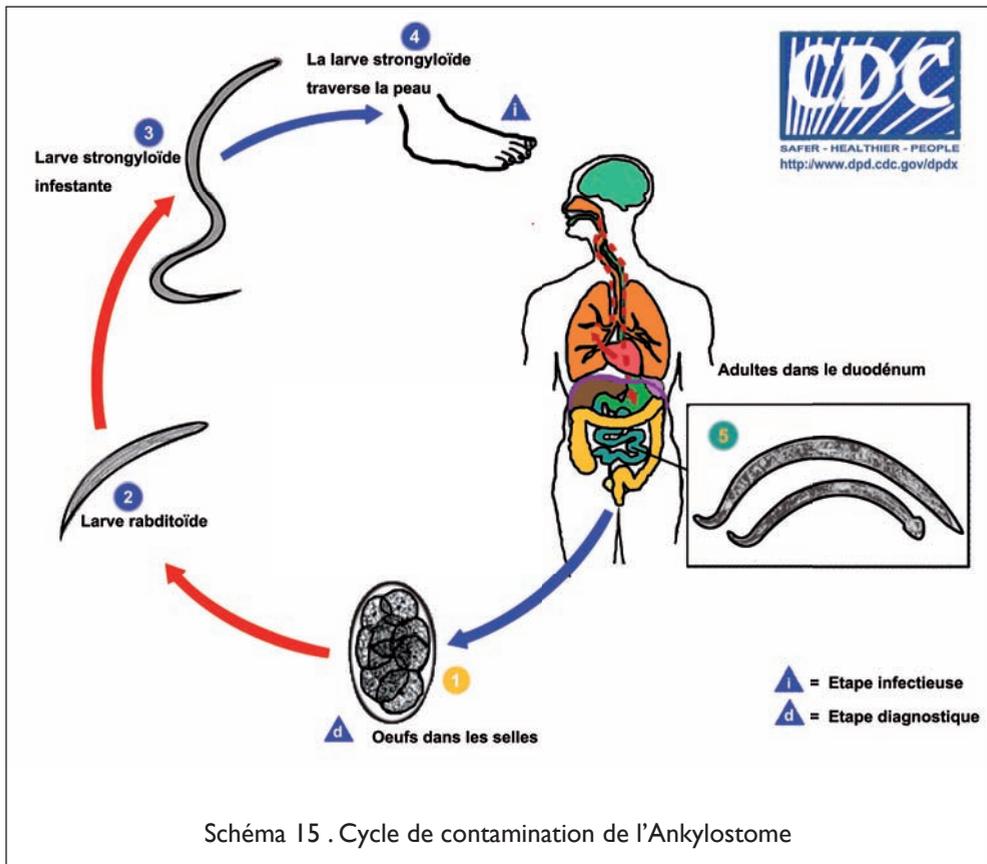


Schéma 14. Cycle de contamination de l'Anguillule

Contamination par *Ankylostome*

L'ankylostome est l'agent de l'ankylostomiase qui se manifeste, lors de la pénétration de la larve à travers la peau de l'homme contaminé, par des signes cutanés à type de prurit, érythème. Lors de la phase de migration de la larve dans l'organisme, elle se manifeste par des signes pulmonaires à type de toux et expectoration. Quand la larve devient adulte dans l'intestin, ce sont surtout les signes digestifs qui sont au premier plan et l'anémie (Schéma 15).



III.5. Délimitation des limites d'impact

L'étude a été menée dans le site des Niayes de Pikine qui occupe une superficie de 600 ha dont moins du tiers est utilisé pour les besoins de l'agriculture faute de disponibilité de l'eau. Aussi, autour de 160 maraîchers utilisent les eaux usées pour pallier la pénurie d'eau.

Les eaux usées utilisées proviennent des émissaires qui drainent les quartiers de Pikine et une partie des eaux usées de Guédiawaye et des Parcelles Assainies.

Parmi les légumes produits dans ce site, les laitues occupent la plus importante place. Au niveau du site, des vendeuses viennent s'approvisionner en laitues qui seront revendues dans tous les marchés de la région de Dakar et, même parfois, pendant les grandes fêtes religieuses dans les autres villes secondaires du Sénégal.

Aussi, il ressort que la limite d'influence de la pratique ne s'arrête pas seulement dans le site de Pikine et ses alentours, mais affecte toute la ville de Dakar et mêmes les villes secondaires telles que Tivaouane (à 80 km de Dakar) et Touba (200km environ de Dakar) au moment des fêtes religieuses.

Partie 4

Bonnes pratiques pour la gestion des risques

IV.1. Promotion de l'utilisation des eaux usées traitées

IV.1.1. *Potentialités offertes par la station expérimentale du LATEU*

À l'IFAN Ch. A. Diop, il existe depuis 2003 une station expérimentale d'épuration des eaux usées domestiques (Schéma 16) équipée de deux laboratoires pour le suivi des performances pour l'abattement des bactéries et des parasites, mais aussi pour la réduction de la pollution organique et minérale. Cette station expérimentale permet non seulement de proposer des systèmes d'épuration adaptés à nos contextes « socio-économico-culturels », mais permet également de proposer les meilleures conditions de valorisation des eaux usées traitées dans l'agriculture urbaine en respectant autant que possible les valeurs guides de l'OMS.

Performances de trois procédés de traitement des eaux usées domestiques

- Le premier procédé est composé de 2 bassins à lagunage simple, 1 bassin à marais à Typha et 1 bassin à filtre immergé à gravier (basalte).
- Le deuxième procédé est composé de 1 bassin à lagunage simple et 3 bassins à marais à roseaux.
- Le troisième procédé est composé de 1 bassin à lagunage simple et 3 bassins à filtre planté à Vétiver.

Les trois procédés reçoivent respectivement 57, 148 et 106 l par m² par jour. Avec des temps de séjour respectivement de 30, 31 et 38 jours et des pertes d'eau par évaporation et évapotranspiration de respectivement, 54, 83 et 80%, les performances suivantes ont été obtenues après traitement d'eaux issues des surnageants des boues de fosses septiques :

Procédé 1.

- MES : 10 mg/l (88% de réduction) respecte les normes pour l'irrigation par « goutte à goutte »,
- Ntotal : 144 mg N/l (65% de réduction),
- P total : 152 mg/PO₄/l (57% de réduction),
- K : 273 mg K/l (56% de réduction),
- E coli : autour de 10⁵ (3 unité log de réduction),
- Œufs d'ascaris : 0 (100% de réduction).

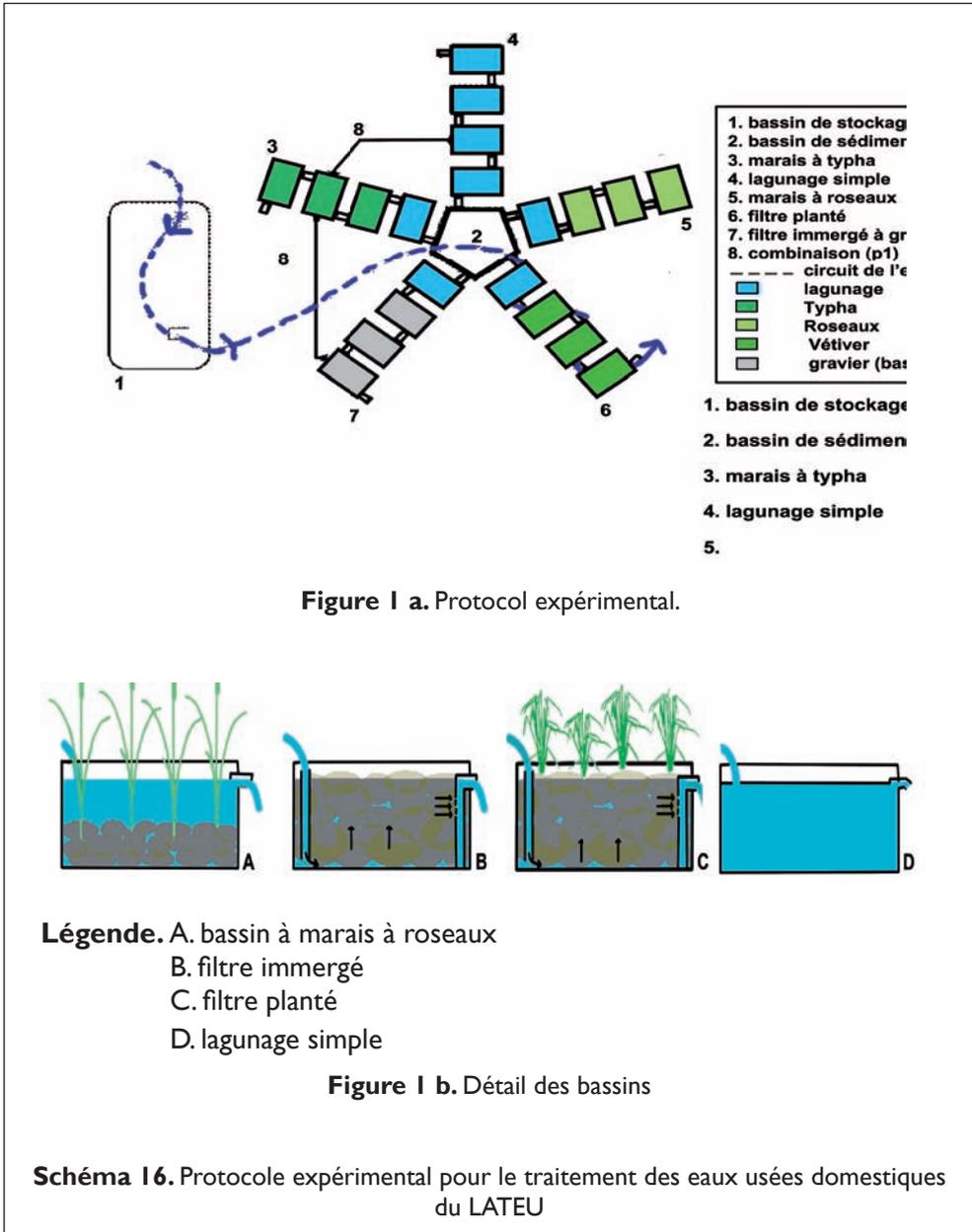
Procédé 2.

- MES : 9 mg/l (88% de réduction) respecte les normes pour l'irrigation par « goutte à goutte »,
- Ntotal : 111 mg N/l (73% de réduction),
- P total : 151 mg/PO₄/l (52% de réduction),
- K : 206 mg K/l (67% de réduction),
- E coli : autour de 10⁵ (3 unité log de réduction),
- Œufs d'ascaris : 0 (100% de réduction).

Procédé 3.

- MES : 4 mg/l (88% de réduction) respecte les normes pour l'irrigation par « goutte à goutte »,
- Ntotal : 62 mg N/l (85% de réduction),
- P total : 170 mg/PO₄/l (81% de réduction),

- K : 104 mg K/l (83% de réduction),
- E coli : autour de 10^5 (3 unité log de réduction),
- Œufs d'ascaris : 0 (100% de réduction) (Niang *et al.*, 2009).



IV.1.2. Expérience des Stations pilotes de Enda RUP

Performances des Stations pilotes

Le premier procédé est installé dans le quartier de Castor (Rufisque). C'est un lagunage à plantes flottantes (laitue d'eau) qui tient sur environ un hectare et qui est composé de 1 bassin à décantation /sédimentation et de 6 bassins à lagunage à laitue d'eau (Photos 30 et 31). Il a coûté environ 14 000 000 de F CFA en 1994 et reçoit environ 75 m³ d'eaux usées par jour. Pour un temps de séjour de 38 jours, le procédé affiche les performances suivantes :

- MES : 4.7 mg/l (93% de réduction) respecte les normes, pour l'irrigation par « goutte à goutte »,
- Ntotal : 61 mg N/l (52% de réduction),
- PO₄ : 56 mg/PO₄/l (45% de réduction),
- K : 350 mg K/l (8% de réduction),
- E coli : autour de 10⁶ (0 unité log de réduction),
- Œufs d'ascaris : 0 (100% de réduction).



Photo 30. Bassin à sédimentation/digestion



Photo 31. Lagunage à laitues d'eau à Castor et à Rufisque

Le second procédé (Photos 32 et 33) est un système mixte à fosses septiques en condominium (une fosse pour 15 maisons) avec un filtre immergé à gravier (basalte). Le coût d'une fosse en condominium et du filtre est estimé à environ 4 500 000 F CFA en 2002. Il a été installé à Yoff Tonghor à Dakar par Enda Rup et le LATEU/IFAN. Les performances atteintes par ce procédé sont les suivantes :

- MES : 37.6 mg/l (99% de réduction) respecte les normes pour l'irrigation par « goutte à goutte »,
- Ntotal : 30 mg N/l (3% de réduction),
- P total : 11 mg/PO₄/l (56% de réduction),
- E coli : autour de 10⁴ (4 unité log de réduction).



Photo 32. Fosse septique en condominium



Photo 33. Filtre immergé à gravier (basalte)

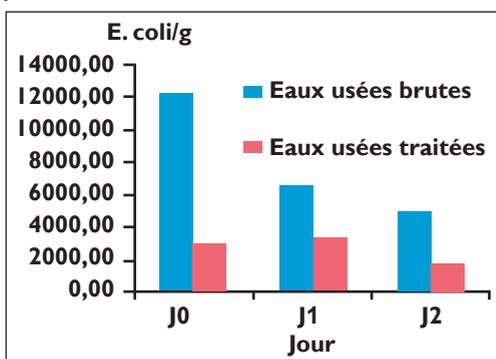
IV.2. Efficacité des bonnes pratiques agricoles

IV.2.1. Réduction de la contamination bactérienne dans les légumes au champ

1. Délais entre le dernier arrosage et la récolte

Un délai de deux jours a été observé entre le dernier arrosage et la récolte. Les résultats suivants ont été obtenus en termes de réduction de la contamination microbiologique (Graphique 1)

- Concernant la contamination en bactéries *E.coli*, on obtient une réduction d'une unité logarithmique de la contamination,
- Concernant la contamination parasitologique, le nombre d'œufs d'*Ascaris* sur les laitues arrosées avec l'eau usée brute passe de 35 à 8 entre J0 et J2 soit une diminution de 77 %.
- Les Trichocéphales passent de 27 à 0 entre J0 et J1 soit un abattement de 100 % (Epoté, 2009).

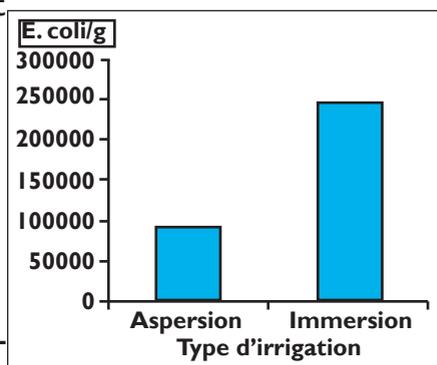


Graphique 1. Réduction des E.Coli en fonction du délais en jours

2. Différence de niveau contamination entre l'irrigation par aspersion et l'irrigation par immersion

Des parcelles irriguées en aspersion et par immersion ont donné les résultats suivants (Graphique 2) :

- Concernant la contamination en bactéries *E.coli*, les laitues arrosées par aspersion sont moins contaminées que les laitues arrosées par immersion.
- Concernant la contamination parasitologique, l'irrigation par immersion reste la plus contaminante.



Graphique 2. Réduction des E.coli en fonction du type d'irrigation

Pour une meilleure protection des légumes, il est conseillé de ne pas mettre des fertilisants d'origine animale à moins d'un mois de la récolte.

IV.2.3. Efficacité des mesures de protection des agriculteurs

Efficacité des ports de gants, masques et bottes

Des maraichers avec tenues de protection et sensibilisés aux bonnes pratiques (Photos 35, 36 et Schéma 17) et des maraichers non protégés et non sensibilisés (Photo 34) ont été suivis :

- Les maraichers protégés sont en majorité infestés par des parasites non pathogènes (53,2%) essentiellement constitués de protozoaires,
- La charge parasitaire moyenne d'*Ascaris*, principal helminthe retrouvé, est plus élevée chez les maraichers non protégés.

Pour une meilleure protection, il est également recommandé de ne pas manger et de ne pas fumer durant les activités d'arrosage.



Photo 34. Agriculteur non protégé



Photo 35. Agriculteur protégé



Schéma 17. Séance de lavage des mains après irrigation



Photo 36. Séance de lavage du corps après l'irrigation

IV.3. Efficacité des mesures de protection des consommateurs

Efficacité de la désinfection des légumes avant consommation

La majorité des ménages interrogés utilisent l'eau de javel pour rincer les légumes consommés crus. Dans plus de 64% des ménages interrogés, la désinfection à l'eau de javel des légumes crus avant leur consommation dure plus de quinze minutes. Elle ne dure moins de cinq minutes que dans seulement 4,8% des ménages. Le dosage utilisé est souvent environ 3 gouttes par litre d'eau de robinet (3,2mg de chlore par litre).

Les expériences au laboratoire ont montré que le dosage efficace avec de l'eau de javel à 8° correspond à une concentration de chlore de 7,6 mg/l soit une capsule (couvercle de la bouteille d'eau de javel, soit environ 3 ml) pour dix litres avec trempage dans l'eau javellisée pendant au moins 30 mn (Photos 37, 38). Par ailleurs, il faut au préalable laver à l'eau du robinet au moins deux à trois fois et rincer à l'eau du robinet après désinfection. Dans ces conditions, les résultats suivants sont obtenus :

- avec une capsule d'eau de javel dans 10 l et un trempage de 30 mn, il n'y a plus de *E. coli* dans les laitues ;
- avec 3 gouttes d'eau de javel dans 1 l et un trempage de 15 mn, il reste encore près de 10^7 *E. coli* par g de laitue, il n'y a pratiquement pas de réduction de la contamination ;
- Pour ce qui concerne l'élimination des parasites, l'eau de Javel n'est pas efficace. Seule des rinçages répétés peuvent décrocher mécaniquement les parasites.



Photo 37. Séance de désinfection des laitues au laboratoire



Photo 38. Laitues nettoyées prêtes pour l'analyse

IV.4. Protection des sols et des nappes contre la salinisation

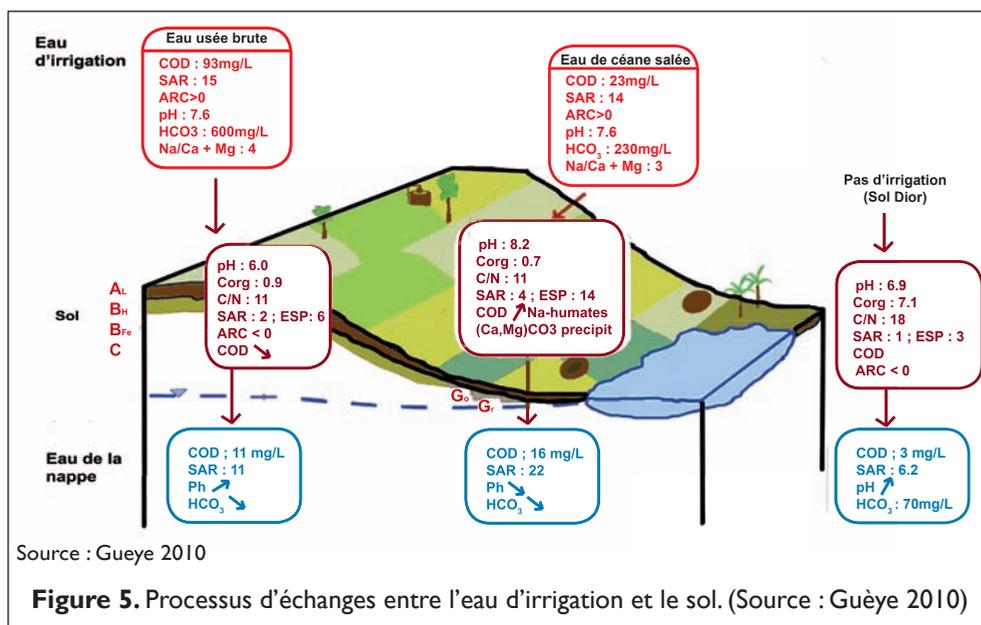
Utilisation de l'eau usée traitée pour la protection

Les eaux utilisées pour l'irrigation en AU de Dakar ne sont pas appropriées, elles présentent un fort risque de salinisation des sols et un risque moyen à élevé d'alcalinisation. L'interaction des eaux usées avec la zone non-saturée provoque la précipitation de la calcite, ce qui favorise le remplacement de Ca par Na sur le complexe adsorbant du sol et diminue les concentrations en HCO₃ dans la nappe.

Il y a une dégradation perceptible des sols « batir » en termes de perte de particules fines, de Corg, de CEC. L'irrigation de longue durée a augmenté le pH de plus de 1.5 unité, ce qui induit une perte du pouvoir tampon des sols. Par la perte de texture et de structure, on a pu évaluer qu'il y a une perte de la capacité des sols à stocker l'eau et les nutriments, donc une baisse de fertilité (figure 5).

Il faut noter que, malgré la proximité de la nappe, les sols « batir » ont besoin d'être beaucoup irrigués afin de lessiver les sels qui remontent par capillarité jusqu'à la surface. À ce niveau, il n'est pas recommandé de procéder à une irrigation au « goutte à goutte », à moins de drainer régulièrement à grande eau les parcelles !!!

En revanche, dans les sols « Dior », les remontées de sels n'atteignent pas la surface, mais le bas du profil de sol (70-90cm). Ici, l'irrigation au « goutte à goutte » pourrait parfaitement convenir.



Utilisation d'une bonne fertilisation organique pour la protection

Au niveau de la gestion des pratiques agricoles dans les sites d'AU, cette étude suggère que des mesures de lutte contre la salinisation des sols devraient être mises en place, notamment avec l'application de gypse ou de chaux. Du phosphogypse est facilement disponible, car extrait au Sénégal, mais il contient des éléments en traces, dont du cadmium et du chrome qui pourraient s'accumuler dans le sol si les apports sont fréquents. Phosphogypse SN : 24ppm Cr et 16ppm Cd → 10ppb à chaque applic de 1t/ha de phosphogypse (Guèye, 2010).

À long terme, une reconstitution de matière organique plus stable par apport de compost permettrait d'augmenter la capacité de stockage de l'eau, donc de diminuer l'irrigation avec des eaux de mauvaise qualité (Photos 39, 40, 41, 42). Apport de fumiers compostés : augmentation de Corg et Norg, car ralentissement de la minéralisation, diminution du lessivage de COD et nitrates, augmentation de la structure du sol, donc de la capacité de rétention de l'eau, augmentation de la

CEC, donc de l'adsorption des nutriments, diminution de la saturation du complexe humique par le sodium.



Photo 39. Composter d'abord le fumier



Photo 40. Répandre de façon homogène le compost mûr sur la surface de la planche



Photo 41. Enfouir le compost en profondeur



Photo 42. Niveller avant d'arroser et semer

IV.5. Synthèse des mesures de mitigation des risques

IV.5.1. Protection des consommateurs

❖ Réduction des bactéries *E.coli*, témoins de contamination fécale dans les légumes

- Traitement biologique tertiaire des eaux usées domestiques : réduction entre 0 et 4 unités logarithmique,
- Délais de deux jours entre le dernier arrosage et la récolte : réduction de 1 unité logarithmique,
- Désinfection avec une capsule (couvercle de la bouteille) d'eau de Javel et un trempage de 30 mn : réduction de 100%.

❖ Réduction des œufs d'helminthes dans les légumes

- Traitement biologique tertiaire des eaux usées domestiques : réduction de 100%,
- Délais de deux jours entre le dernier arrosage et la récolte : 77% de réduction pour les œufs d'ascaris et 100% pour le trichocéphale,
- Désinfection avec une capsule (couvercle de la bouteille) d'eau de Javel et un trempage de 30 mn : Pas ou peu d'effet, c'est le rinçage en frottant les feuilles qui est efficace.

IV.5.2. Protection des agriculteurs

- Ports de gans, bottes et masques : réduction notable des parasites pathogènes,
- Lavage des bras, mains et jambes après arrosage : réduction notable des parasites pathogènes,
- Éviter de manger au champ des légumes non désinfectés.

IV.5.3. Protection des vendeuses

- Ports de gans pour la récolte et abstention de lavage des légumes au champ : réduction notable des bactéries et parasites pathogènes,
- Éviter de manger au champ des légumes non désinfectés.

IV.5.4. Protection des sols et des nappes

- Utilisation d'eaux usées traitées : pour éviter le remplacement de Ca par Na et la salinisation des sols et la percolation de l'excès d'azote dans les nappes,
- Utilisation d'engrais organique composté : pour augmenter la matière organique du sol et sa capacité de rétention hydrique,
- Utilisation d'irrigation au « goutte à goutte » sur « sol dior » et drainer beaucoup sur « sol bâtir » : pour éviter la salinisation par remontée capillaire.

Influence de l'environnement politique et institutionnel

V.1. Mise à jour du cadre juridique et réglementaire

Actuellement, au Sénégal, deux codes statuent sur l'agriculture urbaine et l'utilisation des eaux usées comme sources d'irrigation. Il s'agit du code de l'hygiène pour ce qui concerne l'utilisation des eaux usées et le code de l'urbanisme pour ce qui concerne la composante « agriculture » en zone urbaine.

En ce qui concerne le premier aspect, le code de l'hygiène du Sénégal, stipule dans son article 41 (Loi N° 8371 du 05 Juillet 1983) que « Les déversements ou le dépôt de déchets, vidanges, ordures ménagères, gadoues, matières fécales sont interdits sur tous les terrains où sont cultivés des fruits et légumes susceptibles d'être consommés crus et dont la partie comestible peut se trouver au contact de ces déchets. Les engrais organiques, fumiers et compost ne peuvent être répandus qu'un mois au moins avant la récolte.

Les fruits doivent être exempts de terre, de même que les légumes. Si le lavage de fruits ou de légumes s'avère nécessaire, de l'eau potable sera seule utilisée et l'opération sera suivie d'un égouttage approprié ».

Cette loi qui s'inspire des valeurs guides de l'OMS de 1992 mérite une mise à jour basée sur les nouvelles orientations de l'OMS qui ne sont plus uniquement calculées sur les niveaux de concentrations microbiologiques dans l'eau d'irrigation ou dans les légumes, mais qui intègrent maintenant les notions de risques épidémiologiques liés à la pratique.

Dorénavant, l'OMS préconise un ensemble de mesures pour minimiser les risques liés à la pratique. Ces mesures sont les suivantes :

L'OMS recommande d'utiliser dans les endroits où les moyens existent de l'eau usée domestique traitée au moins au niveau secondaire pour irriguer les cultures maraîchères.

Cependant, que l'eau d'irrigation soit traitée ou non, les mesures d'accompagnement suivant doivent être respectées :

- les agriculteurs doivent être protégés par le port de gants, bottes et masques lors des périodes d'irrigation ;
- des méthodes d'irrigation minimisant au maximum le contact entre l'eau contaminée et le légume cultivé doivent être promues ;
- des méthodes de fertilisation minimisant au maximum le contact entre le fertilisant organique et le légume cultivé doivent être promues ;
- un délai d'un jour au moins doit être observé entre le dernier arrosage et la récolte ;
- au marché, les vendeuses doivent nettoyer et rafraîchir les légumes avec de l'eau propre javellisée ;
- dans les ménages, avant consommation, les légumes doivent être désinfectés correctement avec la bonne dose d'eau de javel, mais aussi avec le temps de trempage suffisant dans l'eau javellisée, suivi au moins de deux rinçages à l'eau propre pour le décrochage des parasites.

Pour ce qui concerne l'intégration de l'agriculture urbaine dans la planification urbaine, la loi N° 88 -05 du 20 juin 1988 portant le code de l'urbanisme du Sénégal offre des possibilités à partir des articles qui suivent :

- Article 8. « Les schémas d'urbanisme fixent les orientations fondamentales de l'aménagement des territoires intéressés, compte tenu de l'équilibre qu'il convient de préserver entre l'extension urbaine, l'exercice des activités agricoles, des autres activités économiques et la préservation des sites naturels. »,

- Article 13. « Les règles et servitudes qui peuvent être imposées par les plans directeurs d'urbanisme et les plans d'urbanisme de détails sont les suivantes :
 - [...]
 - prescriptions relatives à l'aménagement des zones maraîchères ou agricoles, des zones de loisirs et des lotissements de toute nature ainsi qu'aux charges pouvant être imposées pour ces réalisations; »
- Article 17. « Les plans directeurs d'urbanisme et les plans d'urbanisme de détails peuvent classer comme espaces verts à conserver ou à créer, les bois, forêts et sites naturels situés dans les agglomérations ou leur environnement, après avis du Ministre chargé des Eaux et Forêts. »,
- Article 39. « Les zones d'aménagement concerté sont des zones à l'intérieur desquelles un organisme public, parapublic ou privé ayant reçu délégation de l'Etat décide d'intervenir pour réaliser ou faire réaliser l'aménagement et l'équipement des terrains en vue de les concéder éventuellement à des utilisateurs publics ou privés dans les conditions fixées par la partie réglementaire du présent Code. Si le plan d'urbanisme ne l'a pas déjà prévu, la zone d'aménagement est instituée par décret. »
- Article 42. « Les lotissements peuvent être entrepris :
 - [...]
 - soit en vue de la création de jardins ou de zones de culture maraîchère. Dans ce dernier cas, ne pourra être autorisée que la construction de locaux nécessaires à l'exploitation ».

Au vu des articles cités, il ressort que l'agriculture urbaine est prise en charge dans le cadre des politiques d'aménagements urbains du Sénégal. Il est même offert des possibilités de rattrapage au cas où son intégration dans les plans initiaux aurait été omise. Dans ce cas, un recours ferait appel aux schémas d'urbanisme qui prennent en compte

les programmes de l'État ainsi que ceux des collectivités locales et des établissements et services publics ou privés et qui déterminent la destination générale des sols. L'article 39 conviendrait bien à cette situation.

V.2. Sensibilisation des autorités administratives et des collectivités locales pour une meilleure prise en charge de l'agriculture urbaine et périurbaine

L'État du Sénégal s'est pris tardivement à une politique effective de protection des Niayes de la région de Dakar. Le 15 octobre 2002, le Président de la République a promulgué le décret 2002.1042 ordonnant l'élaboration et la mise en œuvre du Programme d'Actions pour la Sauvegarde et le Développement urbain des « Niayes » et zones vertes de Dakar (PASDUNE) et prescrivant des mesures de sauvegarde. Ce programme est doté d'un Plan directeur d'Aménagement et de Sauvegarde (PDAS) dont la durée d'élaboration et d'approbation est fixée au maximum deux ans.

Ce Plan vise une utilisation rationnelle des Niayes et zones vertes de Dakar dans un processus de développement durable. Il doit permettre d'atteindre un équilibre entre l'écosystème et le développement économique et social. Il est important de souligner que tous les acteurs des Niayes ont été conviés à divers ateliers de concertation et de validation qui ont été organisés ces deux dernières années.

V.3. Promotion des schémas directeurs d'aménagement intégrant l'agriculture urbaine et périurbaine et création de structures chargées de sa gestion

Le Sénégal est doté sur le plan des textes législatifs d'un cadre propice à l'intégration de l'agriculture urbaine dans les schémas directeurs d'aménagement urbain. Ceci est illustré dans le paragraphe V.1.

Il reste à organiser les agriculteurs urbains des Niayes de Pikine, Patte d'Oie... autour d'une organisation forte capable de s'associer aux communes d'arrondissement qui les hébergent pour susciter l'intégration dans zones maraîchères des Niayes de Dakar dans les schémas directeurs d'aménagement de la ville ou dans les plans d'urba-

nisme de détails des zones concernées. Ce qui contribuera à la sécurisation des zones maraîchères qui constitue un des handicaps majeurs pour le développement de l'activité.

Mais cela demandera aussi, en retour, au niveau des maraîchers les engagements suivants :

- la garantie de ne pas céder à des tiers les terrains octroyés à des fins autres qu'agricoles ;
- la garantie de suivre les bonnes pratiques agricoles pour produire des légumes de bonne qualité ;
- la garantie de contribuer financièrement au développement des communes d'arrondissements qui les hébergent.

Cela demandera également de la part des communes d'arrondissements des efforts d'assainissement (interdiction de dépotoirs dans ces zones) et de sécurisation (clôture, éclairage public, gardiennage...) des zones maraîchères dans le cadre d'un « win-win » partenariat.

Conclusions et Perspectives

La ville de Dakar est aujourd'hui confrontée à des problèmes aigus d'inondation des quartiers périphériques. Une des raisons fondamentales de ces phénomènes est liée au fait que des zones de la ville naturellement propices à l'agriculture (nappe peu profonde, zones de bas-fonds...) ont été affectées à l'habitat.

Par méconnaissance de la valeur aussi bien économique qu'environnementale que peut apporter l'agriculture urbaine à la ville, (peut-être aussi par manque crucial d'espace ; la ville de Dakar est une presqu'île dont l'expansion est limitée par la mer !!!) le bâti, même dans un endroit impropre, a été privilégié par rapport à l'agriculture.

D'ailleurs, dans l'organigramme du ministère de l'agriculture, peu d'importance est accordée à l'agriculture urbaine. Ce qui a pour conséquence une marginalisation de l'activité, une insécurisation des terres sur lesquelles l'activité est exercée et un manque notoire de service public d'accompagnement technique.

À travers ce Manuel, il ressort que l'agriculture urbaine dans les Niayes de Dakar (Pikine et Patte d'Oie) est confrontée à deux problèmes majeurs :

- l'insécurité foncière ;
- la salinisation (eaux et sol).

Pour pallier la salinisation, des eaux usées domestiques brutes sont utilisées pour irriguer les cultures. Cependant, cette pratique n'est pas répandue. En effet, sur 62 ha emblavés à Pikine et Patte d'Oie, 16 ha, soit environ 32% de la surface totale irriguée à Pikine utilisent des eaux usées. À la Patte d'Oie, la pratique qui était insignifiante a été abandonnée à la suite de l'intervention de l'ONAS. En terme de quantité d'eaux

usées annuellement réutilisée pour l'irrigation, cela représente environ 2 millions de m³, soit environ 3% de la production annuelle d'eaux usées de la ville de Dakar. Ce qui est très loin des 2.6 milliards de m³ d'eaux usées traitées utilisées en Tunisie depuis 1982 déjà pour assurer à l'époque 95% des cultures maraîchères du pays.

Malgré tout, il est ressorti de l'étude qu'environ 19 spéculations étaient cultivées dans la zone dont les principales étaient la laitue, la tomate, le « jaxatu », le chou, l'oignon... et que, rien que pour la laitue à Patte d'Oie, pour une production annuelle d'environ 560 t, il y a une génération de revenu annuelle d'environ 105 millions de FCFA.

Cependant, l'activité actuellement mal accompagnée techniquement est source de pas mal d'impacts négatifs aussi bien sur la plan sanitaire que sur le plan environnemental.

Sur le plan environnemental, il s'agit de contamination de la nappe en nitrate et en germes témoins de contamination fécale, mais il y a aussi un constat de salinisation des sols et de diminution de son pouvoir de rétention de l'azote et autres éléments nutritifs.

Sur le plan sanitaire, il s'agit de contamination parasitaire par les ascaris, anguillules, trichocéphales et ankylostomes. Ces parasites qui proviennent de l'eau d'irrigation se retrouvent chez les agriculteurs, dans les légumes, chez les vendeuses et chez les consommateurs.

Il s'avère que si des bonnes pratiques sont utilisées :

- au niveau des champs, en traitant les eaux usées avant leur utilisation, en fixant un délai d'au moins un jour entre la dernière irrigation et la récolte et en utilisant des techniques d'irrigation qui minimisent le contact entre l'eau et le légume cultivé (irrigation par goutte à goutte par exemple) ;
- au niveau des vendeuses, en nettoyant et en rafraîchissant les légumes au marché avec de l'eau propre javellisée ;
- au niveau des ménages, en rinçant plusieurs fois les légumes à l'eau propre et en les trempant dans de l'eau javellisée à concentration de 3.6 mg/l de chlore (le bouchon de la bouteille d'eau de

javel) pendant au moins 30 mn avant un dernier rinçage à l'eau propre (du robinet) ;

on arrive à obtenir des légumes à prix abordables, à la portée des populations les plus démunies et dont la consommation présente un risque acceptable.

Sur le plan de la protection de l'environnement, si des techniques de compostage du fumier organique avant utilisation sont généralisées et si les fumier composté est enfoui dans le sol et non répandu en surface, alors on abaissera de façon significative la salinité des sols et de la nappe et on augmentera la capacité de stockage du sol en éléments minéraux au bénéfice des cultures.

Enfin, il est urgent que, pour l'organisation, des maraîchers s'associent avec les communes d'arrondissement qui les hébergent pour lutter ensemble pour l'intégration des zones maraîchères de Dakar dans les plans directeurs d'aménagement urbain.

Références bibliographies

- ASANO, T. and COTRUVO, J. A., 2004. « Groundwater Recharge with Reclaimed Municipal Wastewater : Health and Regulatory Considerations ». *Water Research*, 38 (8) : 1941-1951.
- AYERS, R. S. and WESTCOT, D. W., 1985. « Water Quality for Agriculture. Irrigation and drainage paper » , 29 Rev. 1, FAO, Rome.
- BABCOCK, M., SHUKLA, M. K., PICCHIONI, G. A., MEXAL, J. G. and DANIEL, D., 2009. « Chemical and Physical Properties of Chihuahuan Desert Soils Irrigated with Industrial Effluent », *Arid Land Research and Management*, 23 (1) : 47-66.
- BELTRAN, J. M., 1999. « Irrigation with Saline Water : Benefits and Environmental Impact », *Agricultural Water Management*, 40 (2-3) : 183-194.
- BLUMENTHAL, U. J., MARA, D. D., PEASEY, A., RUIZ-PALACIOS, G. and STOTT, R., 2000.
- «Guidelines for the Microbiological Quality of Treated Wastewater Used in Agriculture: Recommendations for Revising Who Guidelines ». *Bulletin of the World Health Organization*, 78 (9) : 1104-1116.
- BOIVIN, P., FAVRE, F., HAMMECKER, C., MAEGHT, J. L., DELARIVIERE, J., POUSSIN, J. C. and WOPEREIS, M. C. S., 2002. « Processes Driving Soil Solution Chemistry in a Flooded Rice-Cropped Vertisol : Analysis of Long-Time Monitoring Data ». *Geoderma*, 110 (1-2) : 87-107.
- BOND, W. J., 1998. « Effluent Irrigation-an Environmental Challenge for Soil Science », *Australian Journal of Soil Research*, 36 (4) : 543-555.
- BROWNE, B. A., KRAFT, G. J., BOWLING, J. M., DEVITA, W. M. and MECHENICH, D. J., 2008. « Collateral Geochemical Impacts of Agricultural Nitrogen Enrichment From 1963 to 1985 : A Southern Wisconsin Ground

- Water Depth Profile », *Journal of Environmental Quality*, 37 (4) : 1456-1467.
- CAREY, R. O. and MIGLIACCIO, K. W., 2009. « Contribution of Wastewater Treatment Plant Effluents to Nutrient Dynamics in Aquatic Systems : A Review », *Environmental Management*, 44 (2) : 205-217.
- CARR, R. M., BLUMENTHAL, U. J. and MARA, D. D., 2004. « Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture : Developing Realistic Guidelines », in : C.A. Scott, N. I. Faruqi and R.-S. L. (Editors), *Wastewater Use in Irrigated Agriculture. Confronting the Livelihood and Environmental Realities*. CABI Publishing, pp. 208.
- CHAUDHURI, N., 2009. « Using Participatory Education and Action Research for Health Risk Reduction Amongst Farmers » in Dakar, Senegal. In : M. Redwood (Editor), *Agriculture in urban planning. Generating Livelihoods and Food Security*. Earthscan/IRDC, Ottawa, pp. 181-200.
- CHÈVRE N, NIWA N, ROSSI L. (2010). « Micropolluants dans les eaux : La santé sera-t-elle un levier suffisant pour mettre en place une gestion intégrée » ? In : RICHOSZ S, BOULIANNE L. M, RUEGG J. 2010. *Santé et développement territorial. Enjeux et opportunités*. Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne. Switzerland.
- da FONSECA, A. F., HERPIN, U., DOS SANTOS DIAS, C. T. and MELFI, A. J., 2007. « Nitrogen Forms, Ph and Total Carbon in a Soil Incubated with Treated Sewage Effluent ». *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50 (5) : 743-752.
- DAOUK, S., 2008. *Caractérisation de La matière organique de différents amendements et évaluation de leurs impacts sur la matière organique d'un sol agricole de Pikine*. Dakar, Sénégal. Master Thesis, UNIL, Lausanne, 161 pp.
- DIAGNE et al. (2006). *Ville de Pikine. Projet villes agricoles du futur*. Dakar, IAGU, RUAF : 72.

- DEEC, 2001. *Norme sénégalaise, Eaux usées : Normes de rejet, Code de l'Environnement*, pp. 27.
- DIÈYE, N. F. AND HENZI, J., 2006. *Caractérisation des sols cultivés dans le cadre de l'agriculture périurbaine de la région de Dakar, Sénégal*. Master Thesis, Universités de Lausanne et Genève, 116 pp.
- ENDA RUP, 2005. *Syllabaire de la Relayeuse pour l'Education en Santé, Hygiène, Nutrition et Environnement*. Coopération décentralisée Rufisque-Nantes, 66 p.
- ENDA RUP, 1991. *Des déchets et des Hommes, activités de recyclage populaire dans le Tiers Monde*. Série Environnement africain, n° 29-30, vol.VIII, 1-2, 297 p.
- EPOTÉ J. M. (2009). *Valorisation des eaux usées domestiques dans la culture des laitues à la station expérimentale d'épuration de l'IFAN de Dakar (Sénégal)*. Faculté de Médecine, Pharmacie et Odonto-stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Thèse de doctorat de Pharmacie. 85 p.
- FALL, C.A. ET A. S. FALL (2001). *L'horticulture, une activité agricole majeure. Cités agricoles en sursis ? L'agriculture urbaine dans les Niayes au Sénégal*. O. B. Smith. Ottawa, CRDI: 120 pp.
- FAO/WHO, 1986. *Codex Alimentarius* vol. XIII, FAO/OMS, Rome/Genève.
- FARUQUI, N. I., S. NIANG, et al. (2004). « Untreated Wastewater Use in Market Gardens : A Case Study of Dakar, Senegal. Wastewater Use in Irrigated agriculture. Confronting the livelihood and environmental realities ». R.-S. L. CABI Publishing : 127-134.
- GAYE, M., L. DIOUF AND N. KELLER (2001). *Moving towards Local Agenda 21 in Rufisque, Senegal*, Human Settlement Programme (HIED), 18 p.
- GAYE, M. ET S. NIANG (2002). *Épuration des eaux usées et agriculture urbaine, ENDA*.
- GAYE, M. ET P. NICOLA (1988). *Naissance d'une ville*, Enda/Karthala, 220p.

- GAYE, M. (1996). *Villes entrepreneures* (Enda tiers monde, 175 p, disponible en version anglaise: *Entrepreneurial cities*).
- GHARBI TARCHOUNA, L., 2008. *Rôle de la matière organique sur le devenir des polluants métalliques. Cas de la fertilisation d'un sol en climat méditerranéen*. Université du Sud Toulon-Var, Toulon, 318 pp.
- GELSOMINO, A., BADALUCCO, L., AMBROSOLI, R., CRECCHIO, C., PUGLISI, E. and MELI, S. M., 2006. « Changes in Chemical and Biological Soil Properties as Induced by Anthropogenic Disturbance :A Case Study of an Agricultural Soil under Recurrent Flooding by Wastewaters ». *Soil Biology & Biochemistry*, 38 (8) : 2069-2080.
- GLOAGUEN, T.V., FORTI, M. C., LUCAS, Y., MONTES, C. R., GONCALVES, R.A.B., HERPIN, U. and MELFI, A. J., 2007. « Soil Solution Chemistry of a Brazilian Oxisol Irrigated with Treated Sewage Effluent ». *Agricultural Water Management*, 88 (1-3) : 119-131.
- GUPTA, V., ROGERS, S. and NAIDU, R., 1998. « Effects of Secondary Treated Sewage Effluent Application on the Populations of Microfauna in a Hardwood Plantation Soil: Bolivar Hiatt Trial ». *Geoderma*, 84 (1-3) : 249-263.
- HAMILTON, A. J., STAGNITTI, F., XIONG, X.Z., KREIDL, S. L., BENKE, K. K. and MAHER, P., 2007. « Wastewater Irrigation : The State of Play ». *Vadose Zone Journal*, 6 (4) : 823-840.
- HEIDARPOUR, M., MOSTAFAZADEH-FARD, B., KROUPAI, J. A. and MALEKIAN, R., 2007. « The Effects of Treated Wastewater on Soil Chemical Properties Using Subsurface and Surface Irrigation Methods ». *Agricultural Water Management*, 90 (1-2) : 87-94.
- ISRA, ITA, et al. (2005). *Bilan de la recherche agricole et agroalimentaire au Sénégal*. Dakar, Institut sénégalais de recherches agricoles/ Institut de technologie alimentaire / Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement : 515.
- LEAL, R. M. P., HERPIN, U., da FONSECA, A. F., FIRME, L.P., MONTES, C. R. and MELFI, A. J., 2009. « Sodicity and Salinity in a Brazilian Oxisol

- Cultivated with Sugarcane Irrigated with Wastewater ». *Agricultural Water Management*, 96 (2) : 307-316.
- MAGESAN, G. N., WILLIAMSON, J. C., YEATES, G. W. and Lloyd-Jones, A. R., 2000. « Wastewater C : N Ratio Effects on Soil Hydraulic Conductivity and Potential Mechanisms for Recovery ». *Bioresource Technology*, 71 (1) : 21-27.
- MARA, D., HAMILTON, A., SLEIGH, A., KARAVARSAMIS, N. and SEIDU, R., 2010. « Tools for Risk Analysis » : Updating the 2006 Who Guidelines. In : C. A. S. Pay Drechsel, Liqa Raschid-Sally, Mark Redwood and Akiça Bahr (Editor), *Wastewater Irrigation and Health Assessing and Mitigating Risk in Low-Income Countries*. IRDC-IWMI, Ottawa.
- MASTO, R. E., CHHONKAR, P. K., SINGH, D. and PATRA, A. K., 2009. « Changes in Soil Quality Indicators under Long-Term Sewage Irrigation in a Sub-Tropical Environment ». *Environmental Geology*, 56 (6) : 1237-1243.
- MBAYE, A. (1999). *Production des légumes à Dakar : importance, contraintes et potentialités. Agriculture urbaine en Afrique de l'Ouest*. O. B. Smith, CRDI : 240 pp.
- NDIAYE, M. L., 2009. *Impacts sanitaires des eaux d'arrosage de l'agriculture urbaine de Dakar (Sénégal)*. Ph. D Thèse, Université de Genève, 101 pp.
- NDOUR, N.Y. B., BAUDOIN, E., GUISSÉ, A., SECK, M., KHOUMA, M. and BRAUMAN, A., 2008. « Impact Of Irrigation Water Quality On Soil Nitrifying And Total Bacterial Communities ». *Biology and Fertility of Soils*, 44 (5) : 797-803.
- NIANG, S. (1999). *Utilisation des eaux usées brutes dans l'agriculture urbaine au Sénégal : bilan et perspectives. Agriculture urbaine en Afrique de l'Ouest*. O. B. Smith. Ottawa, CRDI : 240 pp.
- NIANG, S., EPOTÉ, M., et MFONÉ, N., 2009 : « Effectiveness of three constructed wetlands for treatment of faecal sludge liquid at the experimental plant of LATEU-IFAN Ch.A.Diop/Dakar ». *Scientific report, swiss national science foundation*. Final report 2009. Grant no. 207021-109689/1.

- OECD (2001). *OECD Environmental Outlook*. Washington, Organisation for Economic Co-operation and Development.
- PEDRERO, F. And ALARCON, J. J., 2009. « Effects Of Treated Wastewater Irrigation on Lemon Trees ». *Desalination*, 246 (1-3) : 631-639.
- QADIR, M., SHARMA, B. R., BRUGGEMAN, A., CHOUKR-ALLAH, R. and KARAJEH, F., 2007. « Non-Conventional Water Resources and Opportunities for Water Augmentation to Achieve Food Security in Water Scarce Countries ». *Agricultural Water Management*, 87 (1): 2-22.
- RAMIREZ-FUENTES, E., LUCHO-CONSTANTINO, C., ESCAMILLA-SILVA, E. AND DENDOOVEN, L., 2002. « Characteristics, and Carbon and Nitrogen Dynamics in Soil Irrigated with Wastewater for Different Lengths of Time ». *Bioresource Technology*, 85 (2) : 179-187.
- RUIZ-ROMERO, E., ALCANTARA-HERNANDEZ, R., CRUZ-MONDRAGON, C., MARSCH, R., LUNA-GUIDO, M. L. and DENDOOVEN, L., 2009. « Denitrification in Extreme Alkaline Saline Soils of the Former Lake Texcoco ». *Plant and Soil*, 319 (1-2) : 247-257.
- SCOTT, C.A., FARUQUI, N. I. and RASCHID-SALLY, L., 2004. *Wastewater Use in Irrigated Agriculture : Confronting the Livelihood and Environmental Realities*. I.W.M. I. I. C Scott, India ; N Faruqui, International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canada ; L Raschid-Sally, Sri Lanka, CABI Publishing, 208 pp.
- SMITH, E. and BADAWY, A., 2008. Modelling E. Coli Transport in Soil Columns: Simulation of Wastewater Reuse in Agriculture. *Water Science and Technology*, 57 (7) : 1123-1129.
- SOPHOCLEOUS, M., TOWNSEND, M.A., VOCASEK, F., MA, L.W. and ASHOK, K.C., 2009. « Soil Nitrogen Balance under Wastewater Management: Field Measurements and Simulation Results ». *Journal of Environmental Quality*, 38 (3) : 1286-1301.

- TABARI, M. and SALEHI, A., 2009. « Long-Term Impact of Municipal Sewage Irrigation on Treated Soil and Black Locust Trees in a Semi-Arid Suburban Area of Iran ». *Journal of Environmental Sciences-China*, 21 (10) : 1438-1445.
- TANJI, K. K. and KIELEN, N. C., 2002. *Agricultural Drainage Water Management in Arid and Semi-Arid Areas. Irrigation and Drainage Paper (FAO). 0254-5284, no. 61, FAO, Rome (Italy).*
- TOZE, S., 2006. « Reuse of Effluent Water - Benefits and Risks ». *Agricultural Water Management*, 80 (1-3) : 147-159.
- TREVISAN, D., VANSTEELANT, J.Y. and DORIOZ, J. M., 2002. « Survival and Leaching of Fecal Bacteria after Slurry Spreading on Mountain Hay Meadows: Consequences for the Management of Water Contamination Risk ». *Water Research*, 36 (1) : 275-283.
- VAN DER HOEK, W., 2004. « A Framework for a Global Assessment of the Extent of Wastewater Irrigation. The Need for a Common Wastewater Typology ». In : C.A. Scott, N.I. Faruqi and R.-S. L (Editors), *Wastewater Use in Irrigated Agriculture. Confronting the Livelihood and Environmental Realities*. CABI Publishing, pp. 208.
- VOGELER, I., 2009. « Effect of Long-Term Wastewater Application on Physical Soil Properties ». *Water, Air, & Soil Pollution*, 196 (1-4) : 385-392.
- WALLACH, R., BEN-ARIE, O. and GRABER, E. R., 2005. « Soil Water Repellency Induced by Long-Term Irrigation with Treated Sewage Effluent ». *Journal of Environmental Quality*, 34 (5) : 1910-1920.
- WHO, 2006. *Guidelines For The Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater : Wastewater Use in Agriculture, World Health Organization. Geneva.*

Annexe

Les amendements organiques et la lutte contre la salinité dans la zone des Niayes périurbaines

Mariama Dalanda DIALLO¹, Modou Fall THIOUNE¹, El Hadji Seydou CISSE¹, Abdourahmane FALL¹ et Mohamed Lamine DIAGNE²

¹ : Institut National de Pédologie

² : ENDA RUP



Les Niayes périurbaines s'intègrent dans un vaste ensemble constitué de dunes et de dépressions qui réunissent les conditions d'une zone à vocation agronomique. La pression exercée sur ces sols par le développement du maraîchage et l'urbanisation pose avec acuité la question de leur gestion durable.



Module 1 : SALINITÉ

La salinité du sol est primaire ou naturelle quand les sels se forment lors de l'altération des roches ou à des apports naturels externes.

La salinité secondaire est imputable à l'activité de l'homme par ses mauvaises pratiques. Certaines salinisations peuvent aussi être déclenchées par la mer.

I - CAUSES PRINCIPALES DE SALINISATION

I - 1 - Salinisation primaire ou naturelle



Comportement des cultures

Causes :

- les sels qui se forment lors de l'altération des roches ;
- dans les régions côtières intrusion d'eaux salées ou submersion ;
- inondations périodiques par des eaux de mauvaise qualité ;
- remontée d'une nappe phréatique salée près de la zone racinaire.

I - 2 - Salinisation secondaire



Salinisation

Causes : actions de l'homme à travers ses pratiques agricoles incorrectes, inadaptées et inappropriées, déboisement prélevés excessifs de la nappe.



II - SALINISATION

Classification des sols et des eaux suivant leur salinité.

Les eaux d'irrigation peuvent être classées sur la base de leur seule concentration :

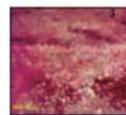
douces	<	0,5 g/l
salines	de	0,5 à 1 g/l
très salines	de	1 à 3 g/l
saumâtres	>	3g/l

Les sols en fonction de leur degré de salinité CE 1/10 en umhos CE

250	Non salin
250 - 500	légèrement salin
500 - 1000	salin
1000 - 2000	très salin
> 200	extrêmement salin

III - MANIFESTATION DE LA SALINITÉ

- végétation halophile (1) ;
- disparition de la plupart des cultures (2) ;
- formation de croûte de sels (3).



IV - CONSÉQUENCES DE LA SALINITÉ

- perte de terres arables ;
- détérioration de la qualité des eaux ;
- baisse des rendements agricoles et des revenus ;
- déplacement des populations.

V - LUTTE CONTRE LA SALINISATION DES TERRES

Plusieurs méthodes sont utilisées pour remédier à la salinité des terres :

- submersion par eau non saumâtre pour contrer les remontées salines ;
- drainages adéquats en cas d'irrigation ;
- choix de spéculations supportant un taux de sel donné dans le sol ;
- lutte biologique : Vétiver et Matière organique ;
- lutte chimique : application du gypse.



Phosphogypse



Epannage



Enfouissement



Doses d'application :

- Phosphogypse : 1 t/ha tous les 4 ans ;
- Gypse : +/- 400 Kg/ha

Les amendements organiques et la lutte contre la salinité dans la zone des Niayes périurbaines

Mariama Dalanda DIALLO¹, Modou Fall THIOUNE¹, El Hadji Seydou CISSE¹, Abdourahmane FALL¹ et Mohamed Lamine DIAGNE²
 1 : Institut National de Pédologie
 2 : ENDA RUP



Les Niayes périurbaines s'intègrent dans un vaste ensemble constitué de dunes et de dépressions qui réunissent les conditions d'une zone à vocation agronomique. La pression exercée sur ces sols par le développement du maraîchage et l'urbanisation pose avec acuité la question de leur gestion durable.



Module 2 : AMENDEMENT

I - INTÉRÊT DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

La matière organique favorise :

- une meilleure résistance des sols aux variations climatiques ;
- une bonne aération et une capacité de rétention du sol ;
- une diminution de la toxicité due à certains ions ; une meilleure mobilisation du phosphore, de l'azote et des oligoéléments.



La matière organique participe à :

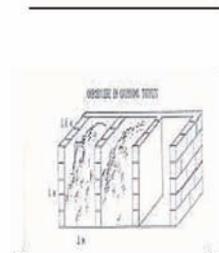
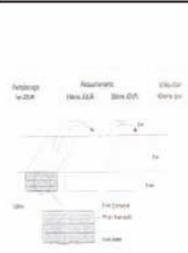
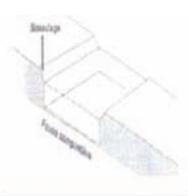
- la valorisation des engrais minéraux ;
- la lutte contre les salinisations et acidifications des sols ;
- la résistance aux érosions hydriques et éoliennes ;
- l'augmentation de la qualité et de la quantité des rendements agricoles.

II - CONTRAINTES À LA PRODUCTION DE MATIÈRE ORGANIQUE

- disponibilité de débris végétaux et de déjections animales ;
- manque d'eau ;
- transport et manutention ;
- manque de formation.

III - ITINÉRAIRE TECHNIQUE DE LA PRODUCTION

III. I - Types de fosse



1. Fosse compostière biseautée
 2. Fosse améliorée

3. Fosse en continu
 4. Caissons en continu hors sol

III-2 - TECHNIQUE DE COMPOSTAGE

1. réaliser un trou suivant les dimensions requises pour une fosse (exemple : Longueur 3m, largeur 3m et hauteur 1m)



2. renforcer l'étanchéité du trou



3. préparation des éléments à composter



4. technique de remplissage de la fosse



Schéma de remplissage

5. période de retournements et arrosages



Retournement tous les 15 jours, produit utilisable après 45 jours

III - TECHNIQUE D'APPORT

- début de cycle en fumure de fond ;
- fin de cycle en fumure d'entretien ou de reconstitution
- mode d'apport : enfouissement recommandée ;
- quantité : le maximum de compost produit suivant l'état de dégradation (jusqu'à 5 t/ha/an).

Achévé d'imprimer
sous les presses de
L'IMPRIMERIE GRAPHI PLUS
octobre 2010

LE MANUEL

L'intérêt de ce *Manuel* n'échappe ni aux décideurs étatiques et aux autorités municipales, ni aux divers organismes s'activant dans le développement et la gestion durable des ressources, ni aux chercheurs, ni aux agriculteurs des villes, car il traite d'un thème très important pour un pays en voie de développement, sahélien de surcroît, dans un contexte marqué de plus en plus par la sécheresse.

Le *Manuel* est principalement destiné aux agriculteurs urbains qui sont exposés à des risques multiples, dont en particulier certaines affections liées à l'usage des eaux usées et aux produits phytosanitaires nocifs..., pour les amener à mieux observer des pratiques susceptibles, à défaut d'éliminer tous les risques liés à leur activité, du moins à les rendre « acceptables ».

L'ouvrage, qui traite de la pratique de l'agriculture urbaine, activité concernant une large tranche de la population, enseigne donc, par les bonnes pratiques de l'utilisation saine des eaux usées dans l'agriculture urbaine, secteur d'importance économique indéniable et de souveraineté alimentaire des villes :

- d'abord, comment gérer les contraintes ;
- ensuite, comment évaluer les risques sanitaires ;
- et enfin, comment apprécier l'environnement politique, juridique et institutionnel.



M. Malick GAYE est architecte-urbaniste, chercheur à Enda Tiers Monde – environnement, développement et action. Il est responsable du relais pour le développement urbain participatif. Auteur de plusieurs ouvrages dont *Naissance d'une ville au Sénégal*, en 1988 et *Villes entrepreneuses*, en 1996, entre autres. Il vient de coordonner une étude commanditée par l'OMS sur les options d'utilisation saine des eaux usées dans l'agriculture urbaine. Il est coéditeur avec Dr Seydou NIANG et lancé à l'occasion du Sommet de Johannesburg sur le développement durable de 2002, l'ouvrage intitulé *Épuration des eaux usées et l'agriculture urbaine* sur la base de la recherche-action sur le champ d'Enda en milieu urbain.



Dr Seydou NIANG est chercheur à l'IFAN Ch. A. Diop où il est le Chef du Département de Biologie animale. Hydrobiologiste environnementaliste, il est l'initiateur et le responsable du Laboratoire de Traitement des Eaux Usées de l'IFAN Ch. A. Diop (LATEU), qui est considéré comme un Centre régional d'Excellence de l'OMS et du CRDI sur les questions relatives à l'utilisation des eaux usées dans l'agriculture urbaine. Dr NIANG a dirigé depuis 1998 plusieurs équipes pluridisciplinaires de recherche sur le traitement des eaux usées domestiques par voies alternatives et leur valorisation en agriculture urbaine. Il est l'auteur de plusieurs travaux sur le sujet et il est le coéditeur, avec Malick GAYE, en 2002, d'un livre intitulé *Épuration des eaux usées et l'agriculture urbaine*.

ISBN 92 9130 079 9

