

# **Épuration des eaux usées domestiques<sup>1</sup>**

By

**Seydou Niang**

septembre 2000

---

<sup>1</sup>Préparé pour l'atelier « Cities feeding people: lessons learned from projects in African cities », Nairobi, juin 1998.

## Résumé

Le projet intitulé « Épuration des eaux usées urbaines par hydrosères reconstituées. Recherches expérimentales sur une technologie appropriée à l'Afrique de l'Ouest » a été financé conjointement par le CRDI, l'Agence générale pour la coopération au développement (AGCD), le ministère de l'Environnement de la Région Wallonne de Belgique, le Conseil pour le développement de la recherche en sciences sociales en Afrique (CODESRIA), et l'ex-SONEES (Société nationale d'exploitation des eaux du Sénégal). La première partie du projet a consisté en une étude préliminaire, qu'ils ont intitulée « Bilan et perspectives ». Les objectifs visés dans cette partie étaient:

- d'obtenir des informations qualitatives sur les rejets d'eaux usées urbaines de Dakar
- de réaliser une analyse critique de l'efficacité des systèmes de traitement d'eaux usées qui existent à Dakar
- d'obtenir des informations sur les relations qui pouvaient exister entre la population et le rejet des eaux usées (perception et implication dans leurs problèmes de santé)
- d'évaluer l'impact de l'utilisation des rejets d'eaux usées brutes en agriculture urbaine
- de réaliser un inventaire des plantes locales susceptibles de participer aux processus de traitement des eaux usées à réduit.

La deuxième partie a été réservée à la phase expérimentale. Ce volet consistait à mettre en place des systèmes d'épuration des eaux usées urbaines qui soient à la fois efficaces, techniquement adaptés à notre environnement, et financièrement supportables par les budgets des collectivités locales.

L'auteur dit que le projet a pu jouer un rôle dans sept des huit domaines. Dans la plupart des domaines, les mutations s'amorcent à peine, tant en terme de récolte d'informations scientifiques qu'à l'égard des mentalités. Par exemple, un ministère du gouvernement a proposé de favoriser l'option où les stations d'épuration mises en place dans l'avenir ne soient plus seulement des copies de modèles importés, mais qu'ils tiennent compte des spécificités socio-culturelles du pays. Ainsi, l'idée de procéder à des expérimentations et à la réalisation de stations pilotes devrait être encouragée. L'auteur ainsi que quelques étudiants, ont utilisé les résultats pour leurs dissertations. Aussi l'université a pu bénéficier des résultats du projet grâce aux publications de communications et d'articles dans des journaux scientifiques. La présentation des données, dans le module d'un cours de l'Institut des sciences de l'environnement (ISE), permet une diffusion auprès de futurs décideurs qui oeuvreront non seulement au Sénégal, mais aussi dans de nombreux pays africains francophones. L'auteur estime que ces mutations connaîtront de futurs développements.

## Introduction

Le projet intitulé « Épuration des eaux usées urbaines par hydrosères reconstituées. Recherches expérimentales sur une technologie appropriée à l'Afrique de l'Ouest » a été financé conjointement par le CRDI (Centre de recherches pour le développement international), l'AGCD (Agence générale pour la coopération au développement), le ministère de l'Environnement de la Région wallonne de Belgique, le CODESRIA (Conseil pour le développement de la recherche en sciences sociales en Afrique) et l'ex-SONEES (Société nationale d'exploitation des eaux du Sénégal).

Les premiers financements destinés à la mise en place d'un fonds bibliographique et à l'élaboration du projet ont été dégagés par le CODESRIA en 1990. Puis, l'année suivante, un financement plus important a été obtenu du CRDI pour la réalisation de la première phase du projet. En 1992, avec l'accord de la Commune de Dakar, l'AGCD a accepté de prélever une partie des fonds destinés à la restructuration des villages traditionnels de la banlieue de Dakar pour financer la mise en place du protocole expérimental. À la même période, l'ex-SONEES fournissait le terrain et le laboratoire pour l'expérimentation et les analyses. Enfin, le suivi scientifique et technique de la station expérimentale ainsi que l'étude d'impact de l'utilisation des eaux usées non traitées en agriculture urbaine ont été à la charge du ministère de l'Environnement de la Région wallonne de Belgique. Il faut signaler que, depuis 1993, les analyses pour le suivi scientifique de la station expérimentale sont financées par la Région wallonne de Belgique.

Le projet se présente en deux parties. La première a consisté en une étude préliminaire, que nous avons intitulée « Bilan et perspectives ». Les objectifs visés dans cette partie étaient :

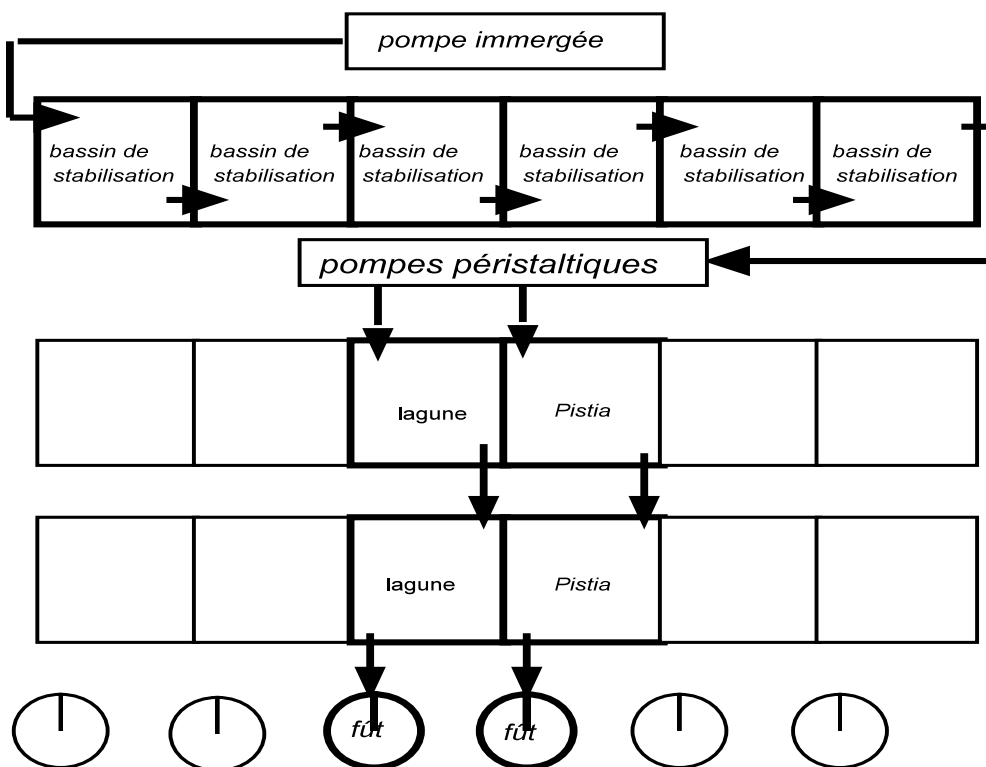
- obtenir des informations quantitatives et qualitatives sur les rejets d'eaux usées urbaines de Dakar ; pour cela, nous avons procédé à une caractérisation physique, chimique, biochimique et bactériologique des eaux usées urbaines des trois principaux réseaux d'évacuation de la ville ;
- réaliser une analyse critique de l'efficacité des systèmes de traitement d'eaux usées qui existent à Dakar ;
- obtenir des informations sur les relations qui pouvaient exister entre la population et le rejet des eaux usées (perception et implications dans leurs problèmes de santé) ; nous avons donc envisagé une étude sociologique dans six quartiers de la ville ;
- évaluer l'impact de l'utilisation des rejets d'eaux usées brutes en agriculture urbaine ;
- réaliser un inventaire des plantes locales (aquatiques, semi-aquatiques et terrestres) susceptibles de participer aux processus de traitement des eaux usées à moindre coût.

La deuxième partie a été réservée à la phase expérimentale. Ce volet consistait à mettre en place des systèmes d'épuration des eaux usées urbaines qui soient à la fois efficaces, techniquement adaptés à notre environnement et financièrement supportables par les budgets des collectivités

locales. De plus, le volet « valorisation des sous-produits du traitement » était fortement encouragé dans un cadre global de génération de ressources.

Pour cela, des essais ont été réalisés sur différents procédés de traitement extensifs d'eaux usées urbaines, soumis aux conditions de climat et de qualité des rejets locaux. Il s'agit de lagunages à macrophytes fixées à *Typha australis* et à *Phragmites vulgaris*, d'un lagunage à macrophytes flottantes à *Pistia stratiotes*, d'un lagunage à microphytes, d'épandages sous plantations ligneuses (*Eucalyptus camaldulensis* et *Azadirachta indica*) et d'épandage sous gravier nu à granulométrie différente et sous sable de dune. Il faut signaler que, pour les besoins des essais, le protocole expérimental présente 18 bassins de 1m<sup>2</sup> chacun, organisés en six séries de trois bassins (figure 1). Cette organisation n'est pas nécessaire dans le cadre d'une application en grandeur réelle. Il suffira de définir le type de réutilisation souhaitée pour mettre en place un procédé d'épuration adapté. Il faudra noter enfin que les capacités d'épuration présentées ont été étudiées sur des eaux usées urbaines, c'est-à-dire à majorité composées d'eaux usées domestiques. Concernant les eaux usées industrielles ou celles issues d'hôpitaux, nous n'avons pas encore de données expérimentales. Même si, dans la littérature, l'efficacité des macrophytes sur la rétention des métaux lourds a été démontrée, nous suggérons pour le moment la plus grande retenue pour une réutilisation de ces types d'eaux en agriculture urbaine.

**Fig. 1 : Vue schématique du protocole expérimental de la SEC**



Les résultats de la caractérisation des rejets d'eaux usées urbaines ont montré des valeurs globalement comparables pour les trois principaux exutoires considérés. Les rapports DCO/DBO<sub>5</sub> indiquent des eaux parfaitement biodégradables (tableau 1). Par contre, les données comparées aux valeurs observées dans les pays développés présentent des charges de plus de deux fois supérieures. Les fortes concentrations en coliformes fécaux (10<sup>8</sup>) laissent voir le degré des risques de contaminations par des germes pathogènes.

**Tableau 1. Variation de la pollution moyenne annuelle par station**

Paramètres	Stations		
	Pikine	Université	Cambérène
Débit (m <sup>3</sup> /l)	21	386	208
MES (mg/l)	727	644	945
MD (ml/l)	11	20	21
DCO (mgO/l)	1 400	1 407	1 417
DBO <sub>5</sub> (mgO/l)	805	782	774
NH <sub>4</sub> (MgN/l)	75	48	58
NK (mgN/l)	142	101	115
PO <sub>4</sub> (mgP/l)	21	15	15
Coli fécaux (n/100 ml)	2*10 <sup>8</sup>	1,1*10 <sup>8</sup>	2*10 <sup>8</sup>
Coli totaux (n/100 ml)	1,8*10 <sup>8</sup>	1,6*10 <sup>8</sup>	2,4*10 <sup>8</sup>
DCO/DBO <sub>5</sub>	1,73	1,78	1,81
N organique	67	53	57

L'analyse de l'efficacité des infrastructures de collecte et de traitement des eaux usées de la ville a montré que, sur le plan des actions, beaucoup d'efforts avaient été consentis. Cependant, ces efforts n'ont pas eu beaucoup de succès, car les techniques utilisées ne sont adaptées ni aux conditions environnementales (climat, milieu et comportement des populations) ni aux capacités financières des pouvoirs publics.

L'étude sociologique a montré une réelle déficience en matière d'équipements sanitaires des populations pour le stockage et l'évacuation des eaux usées même si, par ailleurs, l'impact négatif sur l'environnement et sur leur santé est généralement bien ressenti. Par contre, les agriculteurs ne semblent pas être convaincus des risques sanitaires d'une utilisation des eaux usées en agriculture urbaine. Sur ce plan, notre étude avait préconisé une campagne de sensibilisation.

Au niveau de l'étude écologique, des campagnes d'inventaires dans quelques mares à travers le pays avaient démontré la possibilité d'utiliser certaines plantes dans les processus d'épuration que nous nous proposons de tester.

À l'échelle expérimentale, parmi les procédés testés, seul l'épandage sous « sable de dune » s'est avéré inefficace. En effet, ce procédé, malgré un passage préalable des eaux par un bassin de stabilisation, se colmatait tous les deux jours. Par contre, dans les autres systèmes, les macrophytes utilisées se sont, non seulement bien adaptées à la charge polluante appliquée, mais elles ont présenté des taux de réduction très intéressants (tableau 2). Cependant, en ce qui concerne une réutilisation des eaux traitées en agriculture ou en pisciculture sans restriction, aucun des systèmes ne respectait les normes de réduction des bactéries (1 000 coliformes/100 ml). D'autre part, par rapport au principal inconvénient souvent reproché aux techniques d'épuration extensives ayant une grande surface d'emprise au sol, les systèmes testés ont montré, en fonction des différents taux d'évapotranspiration, que les surfaces utiles pouvaient varier entre moins de 1 m<sup>2</sup>/équivalent habitant (50 l/h/j) à 3 m<sup>2</sup>/équivalent habitant pour les niveaux d'épuration atteints.

**Tableau 2. Rendement en rétention absolue en %, pourcentage de restitution de l'eau et niveau de charge en coliformes et streptocoques fécaux.**

	MES	DCO	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NK	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	PT	C.fécaux	S.fécaux	Eau
B. stabilisation	80,0	82,4	38,1	35,9	40,6	35,2	2.10 <sup>4</sup>	5.10 <sup>6</sup>	84
Lagune	39,9	53,6	97,3	92,3	56,9	35,0	1.10 <sup>5</sup>	5.10 <sup>5</sup>	82
<i>Typha</i>	74,0	75,8	97,8	93,8	71,9	56,9	5.10 <sup>4</sup>	2.10 <sup>5</sup>	51-0,2
<i>Phragmites</i>	90,1	59,9	-	99,1	-	87,9	3.10 <sup>4</sup>	-	26
<i>Pistia</i>	78,3	84,8	98,9	97,1	60,7	39,2	3.10 <sup>5</sup>	1.10 <sup>5</sup>	70
<i>Azzadirachta</i>	64,9	81,9	68,4	76,8	63,9	42,9	1.10 <sup>5</sup>	1.10 <sup>5</sup>	46
<i>Casuarina</i>	77,3	82,6	90,5	90,6	72,5	56,1	2.10 <sup>5</sup>	7.10 <sup>3</sup>	0
<i>Eucalyptus</i>	94,6	98,1	-	99,9	-	98,9	5.10 <sup>4</sup>	-	0
Gravier nu	72,6	69,7	72,2	80	41,6	21,1	2.10 <sup>4</sup>	1.10 <sup>4</sup>	95
Normes CEE	90	75	-	70; 80	-	80	1.10 <sup>3</sup>	1.10 <sup>2</sup>	

Pour optimiser les rendements des systèmes, il a été envisagé de réaliser une combinaison des systèmes en filière d'épuration où chaque système serait placé là où il atteint son fonctionnement optimum.

Le but du présent travail est de montrer, par rapport aux objectifs du projet et en fonction des résultats obtenus et des recommandations émises, quels sont les domaines où le projet a eu un impact, ainsi que ce qu'il aurait fallu ou faudrait faire pour étendre les domaines d'impacts positifs et minimiser les impacts négatifs. L'étude comporte trois parties :

- domaines d'impact pertinents du projet,
- étude des impacts spécifiques dans chaque domaine,
- évaluation globale des déterminants.

## **Domaines d'impacts pertinents du projet**

Nous estimons que notre projet touche sept des huit domaines d'impacts proposés par les termes de référence.

### **Promotion des ressources humaines**

Au cours de sa réalisation, le projet a été à l'origine de la présentation d'une thèse de troisième cycle et d'un diplôme d'études approfondies à l'Institut des sciences de l'environnement de Dakar. Les résultats présentés ont été tirés, pour l'essentiel, des données du projet.

En dehors de cela, nous avons noté d'autres diplômes qui ont utilisé une partie de nos résultats, soit pour étayer leurs argumentations, soit pour instaurer un débat. Nous pouvons notamment signaler la thèse de doctorat de troisième cycle en Géographie humaine, présentée par Michel Seck en juillet 1997. Cette thèse, intitulée « La gestion des déchets à Dakar. Perceptions et effets environnementaux », avait pour objet d'apporter des éléments de compréhension complémentaires sur la perception populaire des nuisances et pollutions par les déchets, sur ce qui différencie, oppose, distingue les populations dans la gestion des déchets, sur l'impact des déchets sur l'environnement et la santé des populations dakaroises. De l'avis de l'auteur, la perception populaire des déchets, des nuisances et des pollutions qu'ils entraînent, de même que les aspects négatifs de la récupération des déchets, largement pratiquée à Dakar, n'ont pas été suffisamment pris en compte par notre projet. Cependant, son étude a utilisé nos résultats comme base de discussion. Aujourd'hui, M. Seck est docteur en géographie et a ainsi augmenté ses chances de trouver du travail, soit comme enseignant à l'université, soit comme conseiller technique au sein de la Commune de Dakar.

Nous signalerons également une autre thèse de doctorat de troisième cycle en Géographie, option hydrologie urbaine, présentée par Mouhamadane Bassel en décembre 1996. Cette thèse, intitulée « Eaux et environnement à Dakar : pluies, ruissellement, pollution et évacuation des eaux » avait pour objectifs :

- une caractérisation adéquate du ruissellement en zone urbaine au Sénégal en vue d'améliorer la connaissance des paramètres qui entrent en ligne de compte dans le dimensionnement des ouvrages évacuateurs ;
- une information sur le processus et le degré de pollution par les eaux de ruissellement ainsi que l'impact de cette pollution sur les milieux récepteurs.

Dans la portion de cette étude qui aborde les problèmes d'approvisionnement et d'évacuation des eaux ainsi que l'impact des eaux usées sur les maladies, l'auteur cite nos résultats et les

commente. De plus, dans la conclusion de l'étude, l'auteur propose nos recommandations parmi les solutions à adopter pour améliorer la situation. M. Bassel, aujourd'hui docteur en géographie, poursuit ses recherches avec l'ORSTOM (organisme français de recherche) et met actuellement sur pied, en collaboration avec cet organisme, un projet de recherche pluridisciplinaire intitulé « Eau-ville-environnement ». Il a récemment sollicité notre participation, afin que nous prenions charge du volet « pollution par les eaux usées ».

Il faut également signaler que, grâce à l'expertise acquise durant la réalisation du projet, nous avons été recruté comme membre de la Commission nationale de normalisation, commission au sein de laquelle nous représentons l'Institut des sciences de l'environnement (ISE) ; nous faisons également partie de l'équipe pluridisciplinaire pour l'étude des écosystèmes côtiers (EPEEC). Considérant notre expertise, l'ONG Enda Tiers Monde, par le biais de son équipe Enda/RUP (Relais pour le développement urbain participé) nous a proposé d'intégrer son équipe pour gérer les stations d'épuration qu'elle a mises en place. Enfin, plus récemment, la Mission au Sénégal de l'UICN (Union mondiale pour la nature) nous a sollicité pour faire partie du Réseau national de planification côtière.

Le projet nous a également permis d'approfondir nos connaissances en matière d'ichtyologie par le financement de notre participation à un important congrès sur les poissons d'eaux douce et saumâtre tenu à la Haye en 1992. Enfin, il faut signaler qu'actuellement, le projet accueille deux étudiants de l'ISE qui préparent leur thèse de doctorat de troisième cycle en Sciences de l'environnement.

### **Renforcement de la capacité institutionnelle**

Le projet a permis à la Communauté urbaine de Dakar de disposer d'une station expérimentale capable de tester plusieurs procédés d'épuration extensive des eaux usées. Cette station expérimentale, dont la gestion scientifique et technique est confiée à l'ISE, permet à ce dernier de bénéficier d'un outil didactique qui occupe une place prépondérante dans le module « Épuration des eaux usées urbaine ». Depuis la mise en place de la station expérimentale en 1992, environ 90 étudiants ont bénéficié de cette expérience. Considérant que l'Institut comporte, dans chaque promotion, 10 ressortissants sénégalais et cinq ressortissants d'autres pays africains francophones (Togo, Burkina Faso, Bénin, Cameroun, Guinée Conakry, Tunisie, Rwanda, République Centrafricaine et Côte-d'Ivoire), il est aisé de voir le degré de diffusion de l'information en Afrique francophone. La station expérimentale étant toujours fonctionnelle, son impact sur ce plan continuera à se faire sentir. En outre, le projet a été à l'origine d'un module de cours à l'Institut de santé publique Thierno Saïdou Nourou Tall de Mbour (ville du Sénégal) pour le CES de santé publique, qui reçoit des médecins, chefs de circonscriptions médicales. Sur le plan d'acquisition de matériel, le projet a permis à l'ISE de disposer de matériel informatique et d'appareils d'analyse des eaux usées.

### **Partenariats locaux avec d'autres institutions ou organisations**



Sur le plan local, la nature du projet et son mode de financement ont été à l'origine d'un partenariat presque naturel. En effet, le chercheur responsable du projet préparait une thèse à l'Institut des sciences de l'environnement ; ceci a fait que l'Institut s'est présenté comme principal partenaire. Par la suite, le chercheur responsable a été recruté par l'Institut fondamental d'Afrique noire/Université Cheikh Anta Diop (IFAN/UCAD). Pour lui permettre de terminer sa thèse, ce chercheur a été affecté au projet à 70 % de son temps de recherche, ce qui représente une participation intéressante de l'IFAN.

Il a ensuite fallu intégrer la Communauté urbaine de Dakar (CUD) au projet, car les fonds que nous sollicitons auprès de l'AGCD pour la construction de la station n'étaient disponibles qu'à même le budget alloué à la CUD pour la restructuration des villages traditionnels. Par ailleurs, le service de l'assainissement de l'ex-SONEES, aujourd'hui ONAS (Office national de l'assainissement du Sénégal), était un partenaire de droit qui s'est tout de suite positionné comme membre pouvant exploiter sans réserve les résultats obtenus à la station expérimentale ; en contrepartie, l'ONAS mettait à la disposition du projet un terrain d'implantation, un laboratoire *in situ* et donnait l'autorisation de détourner une partie des eaux prétraitées aux fins de l'expérimentation.

Au niveau international, l'EIER (École inter-états d'ingénieurs de l'équipement rural) de Ouagadougou nous avait offert sa collaboration, en 1994. Elle avait alors cité notre projet dans le premier cahier de ses fiches de projet de recherche et avait même offert de participer au financement de notre projet. Malheureusement, la collaboration n'a pu aller plus loin.

### **Valeur ajoutée de l'approche pluridisciplinaire**

Le projet s'est inscrit dès le début dans une perspective d'étude pluridisciplinaire. Nous étions dès lors convaincu que tout projet de développement doit impliquer la faisabilité technique, dès sa conception, sans négliger le volet qui occupe la plus importante partie, soit l'appropriation par les populations auxquelles le projet est destiné. Ainsi, le projet comporte-t-il une partie technique (caractérisation des eaux usées, études écologiques, expérimentations) et une partie sociologique (analyse des perceptions des populations et des solutions que celles-ci préconisent). Cela nous a amené, lors de la présentation de notre thèse basée sur les résultats du projet, à réunir dans le jury, un spécialiste de l'épuration des eaux usées, un ingénieur (génie sanitaire), un sociologue, un botaniste et un écologiste.

Même si le projet n'a pas pris en charge la participation d'un sociologue, nous avons pu bénéficier, en plus de notre légère formation en sociologie, de l'assistance d'un anthropologue-sociologue, depuis la conception des enquêtes jusqu'à leur interprétation.

Dans la troisième phase du projet, qui se situe autour de la conception de stations pilotes avec réutilisation des eaux traitées en agriculture urbaine, pisciculture et reboisement, nous envisageons la participation de plusieurs experts : un socio-économiste spécialisé en développement participatif, un médecin spécialiste en santé publique, un agronome, des

biologistes et des représentants d'organismes institutionnels.

### **Percées méthodologiques et/ou scientifiques**

En matière d'épuration extensive des eaux usées urbaines, plusieurs procédés sont disponibles : lagunages à microphytes, prairies à hydrophytes flottants ou libres (jacinthe d'eau, laitue d'eau), prairies immergées, marais artificiels ou RBTS (*Reed Bed Treatment System*), épandage souterrain, épandage sous plantation ligneuse, etc. Les promoteurs de ces technologies présentent chaque procédé comme étant le meilleur système. Face à ces promoteurs, le handicap majeur du décideur est l'absence de référence entre tous les procédés offerts. En effet, chacun de ces procédés ne peut livrer que ses propres rendements par rapport à une certaine qualité de l'eau, sous un climat donné. Dès lors, toute comparaison entre procédés ayant été testés sous des climats différents et soumis à des qualités d'eaux usées différentes devient biaisée.

Les principales innovations du projet résident en la mise en place d'une station expérimentale ayant pour objets :

- la comparaison simultanée, dans les mêmes conditions de climat et d'alimentation en eaux usées, des rendements de plusieurs procédés d'épuration ;
- la mise en place de filières d'épuration performantes, basées sur la combinaison judicieuse de plusieurs procédés, chacun occupant, au sein de la filière, la place où il atteint son taux d'épuration maximum.

Comme on peut le noter, deux innovations se distinguent ici. La première est la possibilité de comparer objectivement l'efficacité des systèmes disponibles, et la seconde, de pouvoir créer des procédés d'épuration qui nous sont propres. Il faut reconnaître, cependant, que cette méthodologie n'est pas née localement. Elle résulte d'une collaboration antérieure avec la Fondation universitaire luxembourgeoise de Belgique (FUL), qui développe cette méthodologie de travail depuis 1978. Ce qui nous conduit à notre troisième innovation dans ce projet, soit le transfert de méthodologie plutôt que le transfert de technologie, pratique courante dans les pays en développement (surtout en Afrique). Ce transfert de méthodologie a l'avantage d'impliquer, dès la conception de la technologie, toutes les parties qui sont appelées à y intervenir, et devrait aboutir à la mise en place d'une technologie adaptée.

### **Utilisation des résultats par des non-chercheurs**

Dans le cadre d'une contribution du ministère de la Modernisation de l'État et de la Technologie au Conseil interministériel sur l'environnement de juin 1992, la suggestion suivante avait été faite : favoriser l'option où les stations d'épuration mises en place dans l'avenir ne soient plus seulement des copies des modèles importés, mais tiennent compte des spécificités socio-culturelles du pays. Ainsi, l'idée de procéder à des expérimentations et à la réalisation de stations pilotes devrait être encouragée.

En octobre 1993, l'étude initiée par le ministère de l'Environnement et réalisée par un groupe

d'experts sur la « gestion des déchets et des eaux usées » à la suite d'instructions présidentielles, a permis de faire le point sur l'avancement des projets et travaux dans ces deux secteurs. Ce bilan a montré que deux groupes avaient déjà, en 1987, ébauché sans succès un projet d'« Épuration des eaux usées par voie naturelle » (lagunage à macrophytes) pour la réduction la plus complète possible des risques pathogènes en vue d'une réutilisation des eaux traitées en agriculture urbaine. Ces deux groupes sont la Direction de l'hydraulique urbaine et de l'assainissement du ministère de l'Hydraulique, et la FUL/UCL (Université catholique de Louvain).

Par contre, il est mentionné qu'un projet similaire piloté par l'IFAN, l'ISE et la CUD était en phase d'étude à la station de Cambérène et pourrait ainsi servir de phase expérimentale. Ce projet avait été jugé intéressant par le ministre de la Modernisation de l'État et de la Technologie, alors en charge de la recherche et de la technologie : il avait donc été suggéré à la Délégation aux affaires scientifiques et techniques d'organiser une journée « portes ouvertes » afin d'aider à la vulgarisation dudit projet. Cette rencontre a effectivement eu lieu dans le cadre des festivités de la Journée de la renaissance scientifique africaine de 1994.

En mars 1998, sur instruction du ministre de la Recherche et de la Technologie, une note de synthèse sur l'état des technologies de traitement des eaux usées a été rédigée. La technologie d'« épuration par mosaïque hiérarchisée d'écosystèmes artificiels » a été évoquée et figure en bonne place comme technologie d'avenir pour le traitement et la réutilisation des eaux usées. Par ailleurs, en avril 1998, au cours d'une rencontre tenue à l'Académie des sciences de Paris, et portant sur les voies et moyens pour la mise en place de programmes fédérateurs sur le traitement des eaux usées dans les pays en voie de développement, notre expérience a été proposée comme solution de rechange aux techniques traditionnelles d'épuration.

À cela, s'ajoute une invitation du ministère de l'Environnement et de la Protection de la nature à participer aux travaux de la commission scientifique et technique pour la préparation de la septième session de la Conférence des ministres africains de l'Environnement, qui se tenait à Dakar du 24 au 28 novembre 1997. Lors des travaux précédant cette conférence, les experts du Sénégal ont présenté nos résultats et ont souhaité que les pays membres puissent s'en inspirer pour améliorer la qualité de l'environnement de nos pays, fortement affectée par les rejets d'eaux usées.

Il faut enfin signaler la politique actuelle de l'ONAS, qui a inscrit dans son programme, au niveau du troisième projet eau, non plus l'implantation de procédés d'assainissement « clé en main », mais la mise en place de stations d'épuration adaptées.

### **Mobilisation de fonds additionnels en dehors du CRDI**

En 1989, nous avons présenté notre candidature au Programme de petites subventions pour la rédaction de thèses, du CODESRIA. Notre projet de recherche fut sélectionné en 1990, ce qui nous a permis de recevoir une aide de 3 000 \$US (environ 900 000 FCFA). Avec cette somme, nous avons pu acquérir la documentation nécessaire et entamer les premiers contacts avec les

structures et organismes institutionnels impliqués dans la gestion des eaux usées urbaines. Cela nous a également permis d'avoir les moyens de subsistance, le temps d'approfondir la réflexion et de trouver un organisme de financement qui accepterait de nous accompagner dans nos investigations.

En 1992, après avoir bénéficié du financement du CRDI, d'un montant de 13 703 \$CAN, l'AGCD, avec l'aval de la Communauté urbaine de Dakar a accepté de fournir la somme de 9 000 \$US pour la mise en place du protocole expérimental (bassins, pompe immergée et pompes péristaltiques, vannes électromécaniques, tuyaux de raccordement, fûts de récupération des eaux traitées).

L'ex-SONEES accepta, quant à elle, de mettre à notre disposition ses laboratoires d'analyses (Cambérène, pour les analyses physico-chimiques, et route de Front-de-terre, pour les analyses bactériologiques), le soutien du personnel de laboratoire et le terrain d'implantation du protocole expérimental. Le ministère de l'Environnement de la Région wallonne de Belgique allait, de son côté, prendre en charge le suivi scientifique et technique de la station expérimentale pour une durée de cinq ans (1992 à 1997). Cela situe l'apport de cet organisme à environ 67 000 \$US.

Pour sa part, l'IFAN /UCAD avait fourni au projet un chercheur à 70 % du temps. Ce qui revient, pour les cinq ans de collaboration, à environ 17 850 \$US. Finalement, l'EPEEC avait mis à la disposition du projet un spectrophotomètre DR 2 000, et l'ISE, du personnel administratif et de gestion ainsi que trois doctorants.

## **Études des impacts spécifiques**

### **Impacts sur la promotion des ressources humaines**

À partir des données scientifiques fiables obtenues par le projet, le débat sur la question des rejets d'eaux usées urbaines a pu être posé au niveau universitaire. En même temps, le projet contribuait à combattre l'idée selon laquelle l'Université de Dakar est déconnectée des problèmes réels de développement du pays.

Cependant, même si le projet a apporté des informations, ces dernières sont exploitées uniquement au troisième cycle. À la Faculté des lettres et sciences humaines, ces informations circulent sous forme de recherche personnelle (l'étudiant les découvre au cours de sa recherche bibliographique). À la Faculté des sciences et techniques ainsi qu'à l'Institut des sciences de l'environnement (troisième cycle), les informations sont intégrées dans un module de cours intitulé « épuration des eaux usées ». Ce cours, à l'origine uniquement basé sur les expériences dans les pays développés, dispose maintenant d'éléments obtenus localement. Par contre, la pertinence du projet n'a pas encore suscité, de la part des autorités académiques, la mise en place d'un programme d'enseignement au premier et au second cycles.

L'université a pu bénéficier des résultats du projet grâce à leurs publications à travers un DEA, une thèse de doctorat et des publications de communication et d'articles dans des journaux scientifiques.

À cet égard, les mutations s'amorcent à peine, vu la jeunesse du projet et la faible diffusion de ses résultats. En effet, les rapports annuels ne sont partagés qu'entre l'Institut responsable et l'organisme qui finance actuellement le suivi.

### **Impacts sur le renforcement de la capacité institutionnelle**

À la suite de la mise en place d'une station expérimentale capable de simuler le fonctionnement de plusieurs procédés d'épuration, mais surtout de comparer objectivement leur efficacité, la Communauté urbaine de Dakar s'est dotée d'un outil qui la rend autonome sur le plan du traitement des eaux usées urbaines.

Les mutations positives qui s'opèrent dans la capacité institutionnelle atteignent une dimension exceptionnelle, celle de la conceptualisation de modèles. Actuellement, ces mutations en sont toujours à leur étape initiale, car la station expérimentale n'est pas encore exploitée à sa juste valeur par les autorités, vu le manque d'information. Mais nul doute qu'une campagne de sensibilisation saurait changer les données actuelles.

La présentation de données locales, dans le module du cours de l'ISE, permet une diffusion auprès de futurs décideurs qui oeuvreront non seulement au Sénégal, mais aussi dans de nombreux pays africains francophones. Dans ce cas, par rapport à ce qu'on devrait attendre dans le futur, les impacts positifs du projet n'en sont qu'à leurs débuts. Le fait de pouvoir montrer aux étudiants de chaque promotion, à travers la station expérimentale de Cambérène et les futures stations pilotes, que les pays en développement ont maintenant besoin d'inventer localement les technologies dont ils ont besoin pour se développer, est une grande contribution aux changements de mentalité.

### **Impacts sur la réalisation de partenariats locaux**

Le projet a su mettre en place un partenariat exceptionnel entre la Communauté urbaine de Dakar, l'ONAS, l'IFAN et l'ISE. Ce partenariat a été facilité par les relations personnelles du chef de projet. Les mutations de cet ordre ont été amorcées dès le démarrage du projet par une collaboration des différents acteurs. Ces relations ne s'étant pas formalisées par des garanties juridiques suffisamment claires, elles ont abouti à un éclatement. Aujourd'hui, seule la relation avec l'ONAS est encore maintenue. Cet organisme fait appel de temps en temps aux étudiants en formation à la station expérimentale lors des réunions de concertations. On peut dire que, pour des raisons non scientifiques, le projet risque de rater son objectif de rendre autonome les chercheurs locaux.

### **Impacts sur la dimension pluridisciplinaire**

L'approche pluridisciplinaire a permis des mutations assez profondes dans l'utilisation des résultats de la recherche. En effet, aujourd'hui, nos résultats sont utilisés par des spécialistes de la géographie humaine aussi bien que de la géographie physique et des sciences de l'environnement, ou encore du génie sanitaire. L'aspect pluridisciplinaire de l'étude en a fait également un outil de travail précieux pour les organismes institutionnels.

L'approche pluridisciplinaire nous a permis d'avoir sur le terrain un dialogue ouvert avec les agriculteurs utilisateurs d'eaux usées brutes, qui ne nous voyaient plus comme des agents de répression (auquel cas ils dissimulent leurs cultures) mais comme des gens avec qui ils ne risquent pas d'amende en donnant des informations sur les cultures produites tout en expliquant pourquoi ils continuent à les faire malgré l'interdiction des services d'hygiène.

Cependant, à cet égard, les impacts ne sont qu'à leur étape initiale, car même si nous avons pu persuader les agriculteurs des dangers encourus avec certaines cultures, le projet n'était pas en mesure d'offrir une alternative. Il faut malgré tout noter que les agriculteurs sont prêts à diminuer leur surface d'exploitation et ainsi réduire leur récolte au profit de la production de légumes de bonne qualité sanitaire, dès qu'on leur fournira un système de traitement des eaux avant réutilisation. Cela avait été noté lors d'une enquête menée auprès d'eux pour la mise en place d'une station d'épuration.

Ces mutations contribuent énormément à la réalisation des objectifs ultimes qui sont une réutilisation des eaux traitées en conformité avec les normes OMS. Il est évident qu'un traitement des eaux par les méthodes que nous envisageons prive les réutilisateurs d'une partie des eaux perdues par évaporation et évapotranspiration. Si déjà les agriculteurs acceptent de perdre une partie de leur production au profit de la qualité, un grand pas est franchi.

### **Impacts sur les percées méthodologiques et/ou scientifiques**

Pour la première fois en Afrique occidentale, on dispose d'un outil en matière de traitement des eaux usées, capable de fournir des données scientifiquement fiables sur l'efficacité de certains procédés d'épuration extensifs. En effet, grâce au projet, des paramètres tels que les charges polluantes des eaux usées, l'évaporation et l'évapotranspiration de certaines plantes et leurs capacités épuratoires sont aujourd'hui maîtrisés et diffusés dans le milieu scientifique par des revues internationales. Présentement, les mutations à ce niveau en sont à leur étape initiale. Elles connaîtraient de nouveaux développements positifs si le responsable belge acceptait de jouer le jeu et d'informer le monde scientifique des résultats qui sont produits par la station expérimentale. Malheureusement, cette rétention d'information ne fait qu'isoler le projet, le privant des critiques salutaires des collègues scientifiques des autres pays.

Les informations recueillies à la station expérimentale, après cinq ans de fonctionnement, devraient maintenant servir à monter des stations pilotes financièrement et socioculturellement adaptées, ce qui constitue l'objectif du projet.

## **Impacts des résultats sur les utilisateurs non-chercheurs**

La méthodologie préconisée par le projet a produit des impacts que nous qualifierons de positifs sur plusieurs types d'utilisateurs.

Le projet a permis aux décideurs du ministère chargé des affaires scientifiques et techniques, de tirer des leçons. Surtout, il leur a permis de rompre avec les pratiques antérieures qui consistaient à transférer, clé en main, des stations d'épuration qui ne sont que des copies de celles qui fonctionnent en Europe. Aujourd'hui, il semble qu'il existe une réelle volonté politique de privilégier l'utilisation des résultats de la station expérimentale.

Pour les décideurs de l'ONAS, le projet a également été à l'origine de changements dans la méthodologie de travail. Cette structure est maintenant en train d'initier, avec l'aide de la Banque Mondiale, une étude sur la validation des différents procédés de traitement des eaux usées qui existent au Sénégal, avant toute insertion dans leur cahier de charge. Les participants au projet ont été contactés pour faire partie de l'équipe chargée de mener les études.

Chez les décideurs du Service national d'hygiène, les mutations sont moins formelles. Les enquêtes que nous avons menées auprès d'eux ont montré que c'est le manque de moyens qui empêche le Service d'appliquer la réglementation sur les agriculteurs urbains qui arrosent les légumes avec des eaux usées. Cependant, les autorités commencent à voir leur intervention non plus en terme de sanction stricte, mais pensent nuancer leur action en conseillant certaines cultures alternatives. Vu sous cet angle, le projet a parfaitement atteint l'un de ses objectifs. À ce niveau, les mutations ne sont qu'à leur début car le projet n'a pas encore réalisé ses objectifs en terme de valorisation des sous-produits de traitement pour pouvoir proposer des solutions de rechange.

## **Impacts sur la mobilisation de fonds additionnels**

L'innovation du projet a été d'utiliser, à des fins de recherche, des fonds appartenant à la Communauté urbaine de Dakar et à un organisme d'État. En effet, il est rare de trouver, dans les pays en développement, que des structures de ce type acceptent d'investir dans la recherche ; en général, les fonds disponibles sont à peine suffisants pour la réalisation de leur programme. Pour arriver à ce résultat, le projet a entamé plusieurs campagnes de sensibilisation auprès des responsables de ces structures pour les persuader de l'opportunité de participer au projet.

Les mutations n'en sont qu'à leur étape initiale, car actuellement seul le ministère de l'Environnement de la Région wallonne de Belgique continue à financer le projet (et donc impose son point de vue). Elles peuvent cependant connaître un nouveau développement, si les campagnes de sensibilisation effectuées au début du projet sont maintenues et si les rapports sont distribués aux autorités pour que celles-ci soient au courant de l'évolution du projet. Pour cela, il faudrait que les objectifs initiaux du projet, soit la promotion des chercheurs locaux et leur autonomie sur le plan scientifique, ne soient pas détournés.

## Évaluation globale des déterminants

Le projet a été amorcé à un moment où les problèmes de pollution de l'environnement se sont posés avec acuité à la Communauté urbaine de Dakar. Plusieurs études, ateliers et séminaires ont été tenus à cette époque pour statuer sur la baie de Hann, qui reçoit une bonne partie des eaux usées de la ville. Cette baie, qui se trouve dans une situation hydrodynamique particulière, se présente comme une zone de confinement. Ses eaux ne pouvant profiter des courants marins pour leur dispersion offrent aux yeux des riverains le spectacle désagréable des zones eutrophiées. Ainsi, la Communauté urbaine était souvent confrontée aux revendications de la population.

Par ailleurs, les nombreux programmes structurels en cours dans les pays en développement ne favorisaient pas la mise en place de stations d'épuration de type classique, qui sont très efficaces mais très coûteuses. Par exemple, la station d'épuration de Cambérène (banlieue de Dakar), de type boues activées, qui ne traite qu'un dixième des eaux usées rejetées à Dakar, a coûté avec la mise en place de son réseau d'égout 5,2 milliards FCFA (avant la dévaluation), soit environ 18 millions \$US. Il était évident que ce genre de technologie ne pouvait résoudre le problème.

À cela, s'ajoute l'utilisation des eaux usées en agriculture urbaine jusque-là sévèrement punie et qui, dans le contexte de raréfaction de l'eau (la société responsable de l'approvisionnement en eau de Dakar ne parvenait plus à assurer les besoins en eau de boisson de la ville), se profilait à l'horizon comme une solution de rechange assez intéressante. Ainsi, les agriculteurs branchés sur le réseau d'eau potable pourraient en être déconnectés. Plusieurs interventions du Président de la république, d'abord en conseil des ministres, puis lors de messages à la nation, ont suggéré des études sur la réutilisation des eaux usées en agriculture urbaine.

Dans ce contexte, notre projet, qui proposait des procédés d'épuration adaptés à l'environnement socio-économique, générateurs d'emploi et de surcroît proposant une réutilisation sans danger de contamination des eaux traitées en agriculture urbaine, n'a pas eu de mal à trouver un écho très favorable. Cela justifie la participation, dès le départ, des partenaires locaux comme la Communauté urbaine de Dakar et l'ONAS.

La présentation clairement structurée de la problématique a favorisé une acceptation de financement de la première partie du projet par le CRDI. En ce sens, nous pouvons dire que c'est la pertinence de la problématique qui a joué un rôle important.

Concernant le financement de la seconde partie, il nous semble que deux facteurs ont été prépondérants : la présentation de résultats pertinents obtenus dès la première partie ainsi que la sensibilisation permanente des autorités compétentes. En effet, durant cette période de transition, nous nous sommes investi à fond, participant avec nos propres moyens à tous les séminaires qui se tenaient dans le pays et qui étaient en relation avec le domaine qui nous intéressait.

Mais l'un des facteurs déterminants a été la mise en place de la station expérimentale, qui a joué



un rôle didactique très important. Les visites, organisées sur place pour les autorités, donnaient une impression de réel et de concret.

Cependant, le projet a péché au niveau de la gestion globale de ses différents partenaires. En effet, nous pensons qu'il aurait fallu avoir un comité de gestion constitué par un représentant de chaque partenaire. Ce comité se serait réuni au moins deux fois par an ; la première fois pour avoir des informations sur les problèmes techniques, humains et financiers, et la seconde, en fin d'année, pour assister à la présentation du rapport scientifique. Cela aurait évité le dérapage que connaît le projet actuellement, soumis aux *desiderata* du seul représentant de l'organisme qui assure le financement.

La Communauté urbaine de Dakar, à qui appartient la structure, ne s'y implique plus, bien qu'au départ son président soit venu visiter la station expérimentale. Le chercheur principal, à l'origine de l'implantation du projet à Dakar et qui est rattaché à l'IFAN, a été écarté du projet. L'ONAS, qui abrite l'expérimentation, n'est pas vraiment impliqué dans la gestion par des accords formels. Ainsi, le projet est maintenant piloté à partir de la Belgique par le responsable belge qui envoie ses directives de là-bas et qui a la mainmise sur les informations.

Nous pouvons finalement conclure que ce projet, qui s'inscrit dans les priorités du pays, qui a bénéficié d'un environnement favorable et qui a obtenu l'adhésion de plusieurs partenaires locaux et qui a bénéficié de sources de financement très diversifiées, est en train de prendre une autre direction. Ce que le projet peut encore faire, c'est organiser une rencontre avec tous les partenaires locaux, redistribuer les sources de financement et créer un comité de gestion ainsi qu'un organe de diffusion des informations.

## **Bibliographie**

Bassel, M., 1996. Eaux et environnement à Dakar : pluies, ruissellement, pollution et évacuation des eaux. Thèse de doctorat de troisième cycle en géographie, option hydrologie urbaine. Département de Géographie. Faculté de Lettres et Sciences humaines UCAD. Dakar, 257 p.

Diop, B. S. 1994. Traitement des eaux usées domestiques par voie naturelle, sous climat tropical. Mémoire de DEA en Sciences de l'environnement. Institut des sciences de l'environnement. Faculté des sciences et techniques UCAD, Dakar.

École inter-états d'ingénieurs de l'équipement rural (EIER), 1994. Recherche sur l'assainissement des eaux usées en Afrique subsaharienne. Fiche de projet de recherche collectées par l'EIER à Ouagadougou. Premier cahier.

Ministère de la Modernisation de l'État et de la Technologie. Délégation aux affaires scientifiques et techniques. 1992, 1993, 1994, 1998. Rapports internes.

Niang, S., 1991. Projet d'épuration des eaux usées domestiques de Dakar par mosaïque hiérarchisée d'écosystèmes artificiels. Partie 1. Bilan et perspectives. Rapport CRDI.

Niang, S. Diop, B. S., Mbégué, Mb. & Radoux, M. 1993, 1994, 1995, 1996, 1997. Épuration des eaux usées urbaines par voie naturelle et récupération des eaux traitées pour la production de bois de feu et l'irrigation de maraîchage. Suivi scientifique de la station expérimentale de Cambérène. Rapports annuels. Institut des Sciences de l'Environnement. Faculté des Sciences et Techniques UCAD, Dakar.

Niang, S. 1995. Évacuation et traitement des eaux usées urbaines de Dakar. Bilan de la situation, comportement des populations et perspectives d'avenir: premières contributions pour le choix d'un système de traitement des eaux usées urbaines de Dakar par mosaïques hiérarchisées d'écosystèmes artificiels. Thèse de doctorat de troisième cycle en Sciences de l'environnement. Institut des sciences de l'Environnement. Faculté des sciences et techniques UCAD, Dakar. 108 p.

Seck, M. 1997. La gestion des déchets à Dakar. Perceptions et effets environnementaux. Thèse de doctorat de troisième cycle en géographie humaine. Département de géographie. Faculté de lettres et sciences humaines UCAD. Dakar, 310 p.