GESTION DES EAUX USEES MENAGERES DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT : EXPERIENCE DE LA STATION PILOTE DE LA CITE APECSY 1 à YOFF

REMERCIEMENTS

Je remercie tous ceux qui, de prés ou de loin ont participé à la réalisation de ce travail.

Je remercie particulièrement le professeur Amadou Tidiane Bâ directeur de l'ISE pour avoir accepté de présider le jury.

Sincères remerciements et profonde gratitude aux docteurs Cheikh Diop enseignant à l'ISE et Becaye Sidy Diop et Mbaye Mbéguéré pour avoir piloté avec rigueur cette étude. Leurs conseils et appuis scientifiques tout au long de notre travail nous seront bénéfiques pour toujours.

Tous mes remerciements également à monsieur Abdou Diouf de ENDA GRAF pour avoir accepté de siéger dans le jury et mis à notre disposition une bonne documentation.

Je remercie :

- Tout le personnel enseignant de l'ISE ;
- Tout le personnel technique de l'ISE ;
- Et tous les étudiants de la 24ème promotion de l'ISE.

Sincères remerciements également à monsieur Ibrahima Mbor Dione chef de division du laboratoire à l'office national de l'assainissement du Sénégal, à mademoiselle Aissatou Ndoye son assistante et à mademoiselle Maimouna Tine étudiante à l'ISE pour leur franche et fructueuse collaboration.
Nos remerciements également à monsieur Abdoulaye Ronald Diop et à madame Ndiaye khadija Bâ pour leur soutien sans faille.

Je remercie également :

- Monsieur Assane Ndoye responsable de la sécurité à la station pilote de la cité APECSY 1à Yoff.

- Monsieur Ndiamé Diop deuxième adjoint au maire de Yoff pour sa disponibilité à nous livrer les informations recherchées.

-Profonde gratitude à Mlle Ndoura Mangane, à Mr Abdou Diop Faye et Mame Semou Amade Diouf, madame Aminata DIOUF SARR, mademoiselle Astou Faye et monsieur Abybou Diop pour leur bonne disponibilité.

-Eternelle reconnaissance au docteur Ibrahima Ka de la pharmacie Giga santé pour son encadrement et ses conseils.

DEDICACES

- Au nom de dieu le tout puissant, le tout miséricordieux.

- A son prophète MOHAMED (PSL), bénédiction et paix du seigneur sur MOHAMED, sa famille, ses compagnons et sur tous ceux qui répandent sur terre l'amour, la piété et la paix.

- A Cheikh Ahmadou Bamba fondateur du mouridisme

- A mon père SALIOU FAYE « in mémorium »Que dieu vous accueille dans son plus haut paradis.

- A ma mère SALLA NDIAYE : longue vie et parfaite santé
- A mes frères et sœurs : Abdou Lahat, Demba, Aida, Maty, Bousso, Awa et Khady.
- A mes oncles et tantes
- A mes cousins et cousines
- A mes ami (es) : Mbaye Dieng et madame Awa sy Dieng , Thiéyacine Fall, Mame Sémou Diouf, Ibrahima Thiam, Ablaye Diéye, Bada Diouf, Bass Thiam, Saidou Kane,yakhya , lamine ndiaye .
- A mon amie Mame Anta Mbaye à Dakar
-A tous les étudiants de la 24ème promotion de l'ISE.
- A tous les pharmaciens de l'an 2000 de la promotion « ALIOUNE DIEYE»

- A tout le personnel administratif et technique de LABOREX SENEGAL.

SOMMAIRE

1- Problématique *P1*

2- Présentation de la zone d'étude *P5*

2-1 Présentation de la commune d'arrondissement de Yoff *P5*

2-2 Présentation de la cité APECSY 1 à Yoff *P6*

3- Présentation de la micro station d'épuration biologique de la cité Apecsy 1 à Yoff *P6*

4- Méthodologie *P9*

4 -1 Etude socio- économique du milieu *P9*

4-1-1 Le questionnaire *P9*

4-1-2 Les entretiens *P10*

4-1-3 Les observations *P10*

4-2 Etude technique de la micro station d'épuration biologique P10

4-2-1 Evaluation quantitative et qualitative des eaux usées et de l'eau traitée à la micro station d'épuration

P11

4-2-1-1 Evaluation quantitative des eaux usées et de l'eau traitée à la micro station d'épuration : mesure des débits

P11

4-2-1-2 Etude qualitative des eaux usées et de l'eau traitée à la micro station d'épuration : Analyses physico chimique et micro biologique P11

4-2-2 Etude du dimensionnement et de la structure de la micro station d'épuration P15

5- Résultats P17

5-1 Etude socio économique P17

5-1-1 Aspects liés au niveau de vie et d'instruction des populations

P17

5-1-2 Aspects liés à l'eau potable P19

5-1-3 Aspects liés à la production d'eaux usées ménagères

P20

5-1-3-1Débits journaliers d'eaux usées ménagères

P21

5-1-3-2 Débits mensuels des 'eaux usées ménagère P21

5-1-4 Etude comparative de la production des 'eaux de lessive et de cuisine par rapport à la consommation d'eau potable des habitants de la cité APECSY 1 à Yoff

P22

5-1-5 Aspects liés à la gestion des eaux usées domestiques dans les concessions P23

5-1-6 Perceptions des populations par rapport aux eaux usées domestiques P25

5-1-7 Relations entre l es populations et la micro station d'épuration de la cité APECSY 1 à Yoff

P27

5-1-7-1 Implication des populations dans la conception, la réalisation et la gestion de la micro station d'épuration

P27

5-1-7-2 L' entretien et la sécurité de la micro station d'épuration

P28

5-1-7-3 Consentement des populations pour la mise en place d'un réseau de canalisation reliant les concessions à la micro station et à participer aux coûts financiers

P28

5-1-7-4 Comparaison entre la situation présente et la situation antérieure

P30

5-1-7-5-Adhésion des populations à la réutilisation des eaux traitées dans le maraîchage

P30

5-2 Etude technique de la micro station d'épuration de la cité APECSY1 à Yoff P31

5-2-1 Evaluation quantitative et qualitative des eaux usées et de l'eau traitée à la micro station d'épuration

P31

5-2-1-1 Evaluation quantitative des eaux usées et de l'eau traitée à la micro station d'épuration biologique

P31

5-2-1-2 Etude qualitative des eaux usées et de l'eau traitée à la micro station d'épuration biologique

P31

5-2-2 Etude du dimensionnement et de l'organisation technique de la micro station d'épuration

P38

Conclusion ***P40***

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

- ***Rubrique des abréviations***
- ***Matériels d'étude***
- ***Listes des tableaux***
- ***Méthodes d'analyses***
- ***Questionnaire***

Résumé

La gestion des eaux usées ménagères dans les pays en développement connaît des difficultés dues à l'insuffisance des infrastructures d'assainissement et aux contraintes budgétaires.
Le réseau d'assainissement de Dakar est caractérisé par des ouvrages de collecte, d'évacuation et de traitement des eaux vannes et des eaux de bain. Les eaux usées ménagères n'ont jamais été prises en compte dans la définition des politiques d'assainissement au Sénégal.

L'Association pour la Promotion Economique, Culturelle et Sociale de Yoff **(APECSY)** a eu l'initiative de mettre en place une micro station d'épuration biologique des eaux de cuisine et de lessive en l'absence de réseau d'égoût.

L'étude des aspects socio- économiques dans la zone d'étude constituée par la cité **APECSY1** ainsi que l'étude technique de la micro station d'épuration biologique ont permis de mesurer l'opportunité de son installation de même que ses performances épuratoires.
L'installation de la micro station a été d'un grand intérêt pour les populations de la cité. Cependant, elle fonctionne en deçà des capacités du fait de faibles volumes d'eaux de cuisine et de lessive qui y sont déversées. Les résultats des analyses physico-chimiques et micro biologiques montrent que l'eau traitée ne respecte pas toujours les normes sénégalaises de rejet dans le milieu naturel.

L'adhésion des populations aux différentes phases du projet a beaucoup aidé dans la gestion de la micro station et dans la réutilisation de l'eau traitée dans le maraîchage.

1 – PROBLEMATIQUE

L'alimentation en eau de la région de Dakar et l'évacuation des eaux usées domestiques constituent un grand problème du fait de la demande sans cesse croissante et du déficit pluviométrique. Avec un taux d'accroissement démographique de 3,9% et un exode rural massif de plus de 150 000 habitants par an, Dakar éprouve d'énormes difficultés pour une gestion rationnelle de ses eaux usées domestiques.

Les eaux usées sont affectées par les déchets issus des diverses activités humaines, très souvent mal gérés, qu'il s'agisse des eaux vannes ou des eaux usées ménagères. Actuellement à Dakar, 100000 m^3 d'eaux usées sont produites quotidiennement.

Cependant, malgré les efforts consentis par l'Etat du Sénégal dans le domaine de l'assainissement, le réseau d'égout existant ne couvre pas tout Dakar du fait des contraintes budgétaires des pays en développement.

En 1988, seuls 7,3% des ménages sénégalais étaient raccordés au réseau d'égout d'une longueur de 705 km sur tout le territoire sénégalais dont 630 km pour la seule région de Dakar (M.H., 1994 cité par MBEGUERE M ; 2002). Ce réseau d'égout n'aboutit pas toujours à une station d'épuration des eaux usées car une très grande partie de l'eau va directement en mer si ce n'est pas dans la nature ou détournée par des usagers.

Les systèmes d'assainissement souvent développés au niveau individuel ne

prennent en charge que les eaux vannes et les eaux de bain. Les eaux grises comme les eaux de lessive et les eaux de cuisine sont rejetées directement dans la nappe via la cour des concessions ou dans les eaux de surface par l'intermédiaire des canaux à ciel ouvert (MBEGUERE M., 2002).

Pour l'essentiel, les eaux vannes et les eaux de bain sont les seules à être prises en charge dans des systèmes incomplets matérialisés par l'installation de fosse septique accompagnée de puits perdus le plus souvent. Le rejet des eaux usées brutes dans le milieu naturel (océan, terrain vague, nappes) et leur utilisation directe dans le maraîchage ont des incidences très négatives sur l'environnement et la santé publique.

Dans la plupart des pays en développement, 30% des eaux usées domestiques sont rejetées sans traitement dans la nature (OCDE, 1990) avec tous les risques de pollution existant. En effet, les eaux usées domestiques véhiculent divers germes pathogènes qui englobent des virus, des bactéries (notamment celles du groupe des entérobactéries) et des parasites (surtout des protozoaires comme *Cryptospridium spp* et *Giardias spp*) susceptibles de causer des gastro-entérites. En plus de ces germes, ces rejets liquides renferment trois autres types de polluants que sont les polluants primaires, secondaires et tertiaires.

Des infections comme l'hépatite A peuvent également être acquises par l'ingestion de l'eau contaminée. Les risques de pollution physico-chimique et microbiologique de la nappe sont d'autant plus réels qu'à Thiaroye (région de Dakar) les teneurs en nitrates sont parfois 5 à 10 fois supérieures à la recommandation de l'OMS (Collin J.J. et Salem G., 1989 cités par DIOP B. S., 1994).

La pollution primaire ou pollution physique représentée par les matières en suspension (MES) peut entraîner la destruction des frayères par asphyxie.

La pollution secondaire ou pollution organique concerne l'ensemble des matières organiques rejetées. Une augmentation rapide de la concentration des matières organiques biodégradables peut conduire à une destruction totale de l'écosystème par la surconsommation d'oxygène qu'elle entraîne.
La demande biochimique en oxygène (DBO) et la demande chimique en oxygène (DCO) sont les principaux paramètres de mesure de cette pollution.

La pollution tertiaire ou pollution minérale est provoquée par l'abondance des composés minéraux de l'azote et du phosphore. Il s'agit d'une part de l'azote organique et l'ammonium et d'autre part des ortho phosphates, du phosphore organique et du phosphore inorganique.
Ces polluants tertiaires proviennent des déchets de cuisine et des détergents ménagers (phosphore). Cette pollution tertiaire peut entraîner une eutrophisation, une chute vertigineuse de la biodiversité et des mortalités piscicoles massives.

Les eaux usées ménagères n'ont jamais été prises en compte dans les systèmes de gestion des eaux usées domestiques. Elles sont déversées devant la maison ou devant celle du voisin provoquant de multiples querelles au sein du quartier. Elles constituent des mares stagnantes et malodorantes ou pullulent les insectes, entraînant de nombreuses maladies.

Pour pallier ces insuffisances, l'Etat du Sénégal, par le biais du programme Eau à Long Terme (PELT), a initié un vaste programme financé à prés de 63 milliards et consacré à l'assainissement (MMEH, 2002). L'assainissement autonome devrait aider à mieux gérer les eaux usées ménagères dans ce programme.

Devant les difficultés liées à la gestion des eaux usées ménagères au niveau de la cité APECSY1 à Yoff et en l'absence de réseau d'égout, les membres de l'APECSY (Association pour la Promotion Culturelle et Sociale de Yoff) ont eu l'initiative d'installer une micro station d'épuration biologique des eaux usées ménagères.

La présente étude s'intéresse à ce système d'épuration et vise comme objectifs de :

- décrire les conditions socio-économiques des populations de la cité Apecsy 1 pouvant conditionner leurs attitudes vis-à-vis des eaux usées ménagères,
- décrire les aspects techniques liés à la marche de la micro station,
- évaluer sur les plans quantitatifs et qualitatifs le fonctionnement de la micro station,
- voir l'intérêt manifesté ou pas par les populations de la cité Apecsy 1 à Yoff suite à l'installation de la micro station par rapport à la situation antérieure.

2 - PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

2.1 - Présentation de la commune d'arrondissement de Yoff

Située au Nord de la presqu'île du Cap Vert entre 14°16 de latitude Nord et 17°29 de longitude Ouest, la commune d'arrondissement de Yoff est entourée d'une part par l'océan atlantique au Nord et l'autoroute qui mène à l'aéroport Léopold Sédar Senghor au Sud, et d'autre part le cimetière musulman à l'Est et la cité Biagui à l'Ouest.

Le cadre géographique de Yoff est constitué par deux zones : Une zone traditionnelle qui couvre une superficie de 124 hectares et une zone d'extension située à l'Est avec une superficie de 41,2 hectares. Le relief est essentiellement dunaire avec une inclinaison vers la mer qui le délimite au nord.

La commune d'arrondissement de Yoff compte sept quartiers qui constituent la zone traditionnelle en plus de la zone d'extension. Cette zone d'extension est destinée à décongestionner le village traditionnel et accueille essentiellement des yoffois.

Les activités économiques y sont dominées par la pêche qui constitue la principale source de revenu des populations. Celle-ci est à la base de l'établissement de l'habitat et du développement spatial. La précarité de l'habitat dans le village de Yoff fait que très peu d'investissements ont été réalisés en matière d'infrastructure et d'équipement. Aujourd'hui, ces lacunes constituent un frein au développement du village.

L'assainissement est un problème d'autant plus préoccupant qu'en absence de système de traitement des eaux usées, la plage est le site privilégié de

déversement des eaux de cuisine et de lessive en dehors de la rue.

2.2 - Présentation de la cité APECSY 1 à Yoff

La cité APECSY se trouve dans la zone d'extension de Yoff. L'établissement de l'habitat au niveau de la zone d'extension a fait l'objet d'une attention particulière car elle cherche à intégrer la cité au village traditionnel en résolvant les problèmes liés à l'urbanisation incontrôlée. La cité APECSY comprend : Les cités APECSY1, APECSY 2, APECSY 3 et la cité APECSY 3 bis en plus de la zone commerciale qui abrite la Société Générale de Banque du Sénégal(SGBS), la Sénégalaise Des Eaux(SDE) et l'imprimerie Tandian.

Concernant la cité APECSY 1 qui représente notre zone de d'étude, la voirie ainsi que l'adduction d'eau potable dans les concessions y ont été réalisées. Cependant, il n'existe pas de réseau d'égout au niveau cette cité.
La cité APECSY 1 comprend 36 concessions pour lesquelles la micro station biologique de cette présente étude a été installée.

3 - Présentation de la microstation d'épuration biologique de la cité

APECSY 1

Depuis le mois de juin 2002, les habitants de la cité APECSY 1 bénéficient d'une microstation pour le traitement des eaux usées ménagères et pour la prise en charge des déchets biodégradables résultant des taches ménagères.

Les eaux usées ménagères sont constituées par les eaux de lessive et les eaux de cuisine ; quant aux déchets biodégradables, ils sont formés des restes d'aliments provenant des concessions. Il n'existe pas de système de collecte de ces déchets au niveau des maisons. Ce sont les ménagères qui les amènent à la microstation par le biais de bassines ou de seaux portés sur leurs têtes.

La micro station biologique a été installée grâce à l'appui d'un partenaire local et des partenaires étrangers. Le partenaire local est constitué par la municipalité de Yoff et les partenaires étrangers sont la ville de Trijumeaux (France) et l'Etat de Philadelphie (Etats-Unis).

A coté de la microstation, l'APECSY a mis en place un système de traitement des déchets biodégradables rejetés par les habitants de la cité APECSY 1. Il comprend :

- un site de déversement des déchets biodégradables ;
- un système de trois boites de déchets biodégradables avec un filet suspendu en hauteur destiné à recueillir les déchets ;
- une cheminée de ventilation ;
- un réservoir d'eau épurée.

Ce système de traitement des déchets biodégradables n'a jamais correctement fonctionné. Des défaillances techniques ont été notées prématurément juste après son installation entraînant des désagréments du genre odeurs et moustiques. Le système de gestion des déchets de la cité APECSY 1 a vu donc

son rôle se limiter à la gestion des eaux de lessive et des eaux de cuisine des populations de la cité.

La microstation reçoit des eaux usées ménagères (eaux de lessive et eaux de cuisine) provenant des 24 maisons habitées sur les 36 que comprend la cité.

Le système de traitement des eaux de lessive et des eaux de cuisine de la microstation comprend :

- un dispositif de déversement d'eau constitué d'un récipient avec des mailles qui ne laissent passer que les déchets liquides et les particules fines. Ce dispositif communique directement avec le décanteur 1 ;

- un ensemble de trois décanteurs 1, 2, 3. Le décanteur 1 comporte 4 bassins tandis que les décanteurs 2 et 3 n'en disposent que 2 ;
- un filtre à charbon doté d'un système de ventilation ;
- un ensemble de quatre bassins à eau 1A, 1B, 2A, 2B ;

  Les bassins 1A et 1B sont remplis de gravier. Le bassin 2A contient des coquillages tandis que le bassin

  2B contient du gravier (2/3) et des coquillages (1/3) ;
- un réservoir d'eau purifié et une pompe ;
- deux bassins de débordement ;
- des tuyaux pour la récupération de l'eau traitée.

La station est implantée dans l'enceinte d'un jardin qui utilise en partie les eaux traitées produites pour son approvisionnement en eau. Dans le jardin, il y est cultivé des bananiers et des tomates.

4 - METHODOLOGIE

L'étude comporte deux volets :

- un volet socio-économique relatif au lieu d'implantation de la micro station d'épuration biologique ;
- un volet technique lié au mode de fonctionnement de la micro station d'épuration biologique.

4.1 - Etude socio-économique du milieu

Elle se fait à partir de trois outils d'investigation sociologique que sont le questionnaire, l'observation et les entretiens.

4.1.1 - Le questionnaire

Le questionnaire a été appliqué à la cité APECSY1 à Yoff et a concerné toutes les 36 concessions auxquelles la station est destinée mais dont 24 seulement sont habitées de manière effective. Il a été élaboré à la suite de discussions avec les populations et après avoir effectué un travail documentaire pour s'inspirer en grande partie d'études et de questionnaires réalisés à Yoff dans le domaine de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement. Le principe a consisté à s'adresser au chef de ménage qu'il soit homme ou femme et en cas de présence de plusieurs ménages, de s'adresser au chef du ménage qui a le plus duré dans la concession. Le questionnaire a été d'abord testé pour voir si toutes les questions ont été bien posées et que les populations n'ont pas eu des difficultés de compréhension.

4.1.2 - Les entretiens

Ces entretiens ont été réalisés avec les responsables de la station d'épuration, les membres de l'APECSY et le deuxième adjoint au maire de Yoff. Ils nous ont permis d'avoir des informations sur certains aspects de l'étude.

4.1.3 - Les observations

Elles ont consisté à l'observation de l'environnement local et à la visite des foyers. Cette étude socio-économique doit permettre d'une part de connaître les attitudes et les comportements des populations et d'autre part d'apprécier le niveau de vie de ces populations pour une interprétation objective des résultats.

4.2 - Etude technique de la micro station d'épuration biologique

Elle porte sur deux volets :

- d'une part, sur l'étude quantitative et qualitative des eaux usées et de l'eau traitée à la micro station d'épuration biologique.
- d'autre part, sur l'étude du dimensionnement et de la structure de la micro station.

4.2.1 - Evaluation quantitative et qualitative des eaux

usées et de l'eau traitée à la micro station d'épuration biologique.

4.2.1.1 - Evaluation quantitative des eaux usées : mesure des débits

Les débits d'eaux reçus par la microstation sont mesurés en début et fin de semaine (mardi et samedi), sur une période de six semaines (du 24/05 au 01/07/03).La répartition hebdomadaire des mesures vise à tenir en compte des variations éventuelles de débit à l'entrée de la station.

Les eaux usées ménagères étant transportées vers la station au moyen de seaux et de bassines par les ménagères, on a décidé d'utiliser un seau de dix litres et une bassine de vingt litres pour la mesure des débits d'eau à l'entrée de la microstation.

La mesure journalière se fait depuis l'ouverture jusqu'à la fermeture de la station : c'est-à-dire de 10 heures à 17 heures.

4.2.1.2 - Etude qualitative des eaux usées : Analyses physico-chimique et micro biologique

Elle consiste à faire des prélèvements d'échantillons d'eaux à l'entrée et à la sortie de la micro station et de procéder à des analyses physico-chimiques et microbiologiques pour mieux se rendre compte de la charge polluante des eaux usées ménagères de la cité et des performances épuratoires du dispositif de traitement en place.

L'étude s'est déroulée en six semaines et a consisté à faire des prélèvements tous les lundi et jeudi. Les eaux à l'entrée et à la sortie de la micro station sont

prélevées à l'aide de flacons en plastique de deux litres pour la physico-chimie ou de flacons en verre de 250 ml stérilisés munis de bouchons pour la microbiologie. La campagne du lundi est destinée à faire des prélèvements pour des analyses physico-chimiques avec en particulier la mesure des paramètres suivants :

- matières en suspension MES : paramètres de mesure de la pollution physique ;
- demande chimique en oxygène DCO : paramètre de mesure de la pollution organique ;
- phosphore total Pt et azote kjeldahl NK : paramètres de mesure de la pollution minérale des eaux usées domestiques.

Les prélèvements du lundi ont été faits tout au long de la journée, c'est-à-dire depuis l'ouverture (10 h) jusqu'à la fermeture de la station (17 h).
Pour les eaux usées brutes c'est-à-dire les eaux recueillies à l'entrée de la micro station, la méthodologie utilisée a consisté à prélever 20 ml dans chaque seau et 40 ml par bassine pendant toute la journée. La mesure se fait à l'aide d'une éprouvette et d'un pot en plastique.
En fin de journée un volume (VB) d'eaux brutes est obtenu. Il est très variable et dépend principalement du niveau de fréquentation de la micro station par les ménagères.

Soit :
VB = 20X+ 40 Y avec
X : nombre de seaux déversés à la micro station dans la journée.
Y : nombre de bassines déversées à la micro station dans la journée.

Pour les eaux traitées c'est à dire les eaux recueillies à la sortie de la micro

station, les prélèvements ont été directement effectués au niveau des sorties avec des flacons en plastique de deux litres et à l'aide d'une éprouvette. Ainsi, un volume de 200 ml est prélevé toutes les heures.
La faiblesse des volumes d'eaux déversés au niveau de la microstation fait que les eaux traitées n'arrivent au niveau de la sortie que vers 12 heures alors que la fermeture reste fixée à 17 heures. C'est ce qui fait qu'à 17 heures un volume VT d'eaux traitées est prélevé.
VT = 200ml * 5 = 1000 ml = 1 litre

Durant toute la campagne les flacons sont conservés dans une glacière contenant de la glace pour un respect strict des conditions de conservation (4°C). A la fin de la campagne, c'est-à-dire vers 17 heures, les prélèvements sont acheminés vers le laboratoire d'analyses des eaux de Cambéréne (ONAS) pour être conservés au réfrigérateur.

La campagne du jeudi est organisée pour prélever des échantillons extemporanés d'eaux qui doivent être analysés dans les six heures après prélèvement pour éviter l'évolution des paramètres mesurés. Pour cette campagne deux types de flacons seront utilisés : des flacons en plastique de deux litres pour la détermination de la conductivité, du pH et de la demande biochimique en oxygène (DBO_5) et des flacons en verre stérilisé avec bouchon pour la microbiologie (analyse des coliformes fécaux).

Les paramètres physico-chimiques mesurés lors de la campagne du jeudi ont la signification suivante :

- conductivité : elle indique le taux de sels solubles contenus dans les

échantillons,

- pH : le potentiel hydrogène montre le caractère acide ou alcalin des échantillons,
- demande biochimique en oxygène DBO_5 : elle indique la consommation d'oxygène en cinq jours, à 20°C résultant de la métabolisation de la pollution organique biodégradable par les micro-organismes banalement présentes dans les eaux.

Le résultat de la mesure de la DBO_5 permet une certaine évaluation des nuisances induites par le rejet des matières organiques biodégradables en mesurant la consommation d'oxygène prévisionnelle.

Concernant la physico-chimie de la campagne du jeudi, la méthodologie utilisée pour le prélèvement d'échantillons d'eaux à l'entrée de la micro station est identique à celle utilisée pour la campagne du lundi c'est-à-dire 20ml sur chaque seau et 40ml sur toutes les bassines.

Pour le prélèvement d'échantillons d'eaux à la sortie de la microstation, un volume de 500 ml est recueilli dans le flacon en plastique de 2 litres, toutes les heures de 12 à 14 heures.

Concernant les prélèvements d'échantillons destinés à la microbiologie la méthodologie utilisée est la suivante :

- pour l'eau brute on prélève 10 ml sur chaque seau et 20 ml dans chaque bassine de ménagère à l'entrée de la micro station pour obtenir à la fin de la campagne un volume VB = 10x + 20y (x et y étant respectivement le nombre de seaux et de bassines déversés à la microstation dans la journée) ;

- pour les eaux traitées, on prélève, de 12 à 14 h à l'aide d'une éprouvette, 200ml à raison de 100 ml par heure.

La campagne du jeudi a une durée maximale de 4 heures, c'est-à-dire de l'ouverture de la station (10 h) jusqu'à 14 heures. Les échantillons sont conservés dans une glacière contenant de la glace tout au long de la campagne puis acheminés au laboratoire immédiatement à la fin de la campagne pour la détermination de la concentration de coliformes fécaux contenus dans 100 ml d'eaux usées, quarante huit heures après ensemencement.

4.2.2 - Etude du dimensionnement et de la structure de la microstation

La microstation de la cité APECSY 1 à Yoff a une structure rectangulaire d'une longueur de 22,41 m et 14,82 m de largeur (voir schéma joint).

Son dimensionnement a été fait sur la base d'estimation de la consommation d'eau qui ne reflète peut être pas la réalité.

La qualité de l'eau n'a pas été déterminée avant la mise en place de la station.

A l'origine, la microstation de la cité APECSY1 à Yoff était destinée à recueillir les eaux de cuisine et les eaux de lessive des populations vivant dans 35 concessions en raison de 35 litres par personne et de 7 personnes par maison. Le débit prévisionnel d'eau à l'entrée de la microstation devrait s'élever à 8575 litres.

La méthodologie utilisée va consister à évaluer le débit moyen journalier d'eaux de lessive et d'eaux de cuisine déversées à la microstation pendant un

mois et de rapporter le débit à la surface occupée par la station.

5 – RESULTATS

5.1 - Etude socio-économique

5.1.1 - Aspects liés au niveau de vie et d'instruction des populations

Tableau 1 : Aspects liés au niveau de vie et d'instruction des populations de la cité APECSY 1(en %)

Types d'occupation	*Propriétaire occupant*	*87.5*
	hébergement gratuit	*12.5*
Types de construction	*maison à un seul bâtiment*	*75*
	maison à 1 étage	*17*
	Maison à 2 étages	*8*
Niveau d'instruction	*primaire*	*8*
	secondaire	*25*
	Supérieur	*61*
	Aucun	*6*
Nombre de voitures	*une voiture*	*38*
	deux voitures	*8*
	Sans voitures	*54*
Existence de poste téléviseur	*oui*	*88*
	non	*12*

Le tableau ci-dessus indique que la presque totalité des maisons à la cité APECSY 1 sont occupées par leurs propriétaires. Les autres maisons habitées à titre gratuit sont en chantier et prêtées à des personnes venant de l'intérieur

du pays qui exercent les métiers de ménagère ou d'ouvrier dans la capitale.
Il ressort de l'étude que 75% des concessions à la cité APECSY 1 sont constituées d'un seul bâtiment et que les 25% sont en étage avec 17% de maisons à un étage et 8% de maisons à deux étages.

En outre, 63% des maisons à la cité APECSY 1 disposent d'une cour.
Les maisons de la cité APECSY 1 à Yoff sont habitées par des familles de trois types petit, moyen et grand. La maison la moins peuplée est habitée par trois personnes tandis que la plus peuplée peut contenir jusqu'à 23 personnes.
Le nombre moyen de personnes vivant dans les maisons est de 8 avec une majorité de maisons constituées d'un seul ménage.
Il apparaît que 95% des chefs de ménage sont instruits et que les 61% ont atteint le supérieur.
L'étude montre également que 88% des concessions à la cité possèdent un poste téléviseur. Parmi ces maisons possédant un poste téléviseur, 62% sont branchées à une chaîne, 28% à deux chaînes et 10% sont branchées à au moins trois chaînes.
Il ressort de l'étude que 46% des ménages disposent de voitures dans leurs concessions.

Parmi ces familles ayant à leur disposition des voitures, 82% n'en disposent qu'une alors que 18% de ces familles possèdent deux voitures.
Les aspects socio-économiques notés au niveau des populations révèlent un niveau de vie satisfaisant dans la quasi-totalité des concessions.

5.1.2 - Aspects liés à l'eau potable

Tableau 2 : Approvisionnement et utilisation de l'eau potable à la cité APECSY 1 de Yoff (en %)

Mode d'approvisionnement en eau potable	branchement individuel	96
	puits	4
Existence de fleurs à arroser dans la concession	concessions disposant de fleurs à arroser	67
	concessions ne disposant pas de fleurs à arroser	23
Modes d'évacuation des selles dans les toilettes	Evacuation à l'aide d'une chasse	55
	Evacuation à l'aide d'un seau	45

Il ressort de cette étude que 96% des concessions disposent d'un branchement individuel et que les 4% restants utilisant les services de puits, prélèvent en moyenne 7 bassines par jour. Les puits sont implantés à l'intérieur des concessions.

Parmi les concessions disposant de fleurs, 18% les arrosent tous les jours, 18% tous les deux jours et 6% tous les trois jours.

Dans les autres concessions disposant de fleurs l'arrosage se fait de manière irrégulière. Dans la presque totalité de ces maisons, les pots de fleurs

constituent le lieu d'exécution des ablutions. C'est ce qui fait que l'humidité est toujours présente autour des fleurs.

En outre, la consommation moyenne journalière par personne en eau potable est de 80 litres à la cité APECSY 1 à Yoff à la suite de l'exploitation des dernières factures d'eau trouvées dans certaines maisons.

Le tableau ci-dessus indique que 55% des concessions sont dotées d'une chasse dans leur cabine de WC alors que les 45% restant utilisent les services d'un seau pour évacuer leurs matières fécales.

Il ressort également de l'étude que les bains sont différemment pris à la cité APECSY 1 à Yoff. La majorité des concessions sont équipées d'un robinet douche (67%) alors que dans les autres concessions les bains sont pris à l'aide d'un seau (33%).

Les populations ont un accès facile à l'eau potable et en consomment des quantités à la hauteur de leur niveau de vie. La plus grande part de cette eau est utilisée lors de la prise de bain et dans les cabines de WC en référence aux faibles volumes d'eaux de lessive et d'eaux de cuisine recueillis.

5.1.3 - Aspects liés à la production d'eaux usées ménagères

La mesure des débits d'eau usées ménagères est essentielle pour le dimensionnement et l'amélioration du fonctionnement de la station pilote d'épuration des eaux ménagères de la cité APECSY 1 à Yoff.

5.1.3.1 - Débits journaliers d'eaux usées ménagères

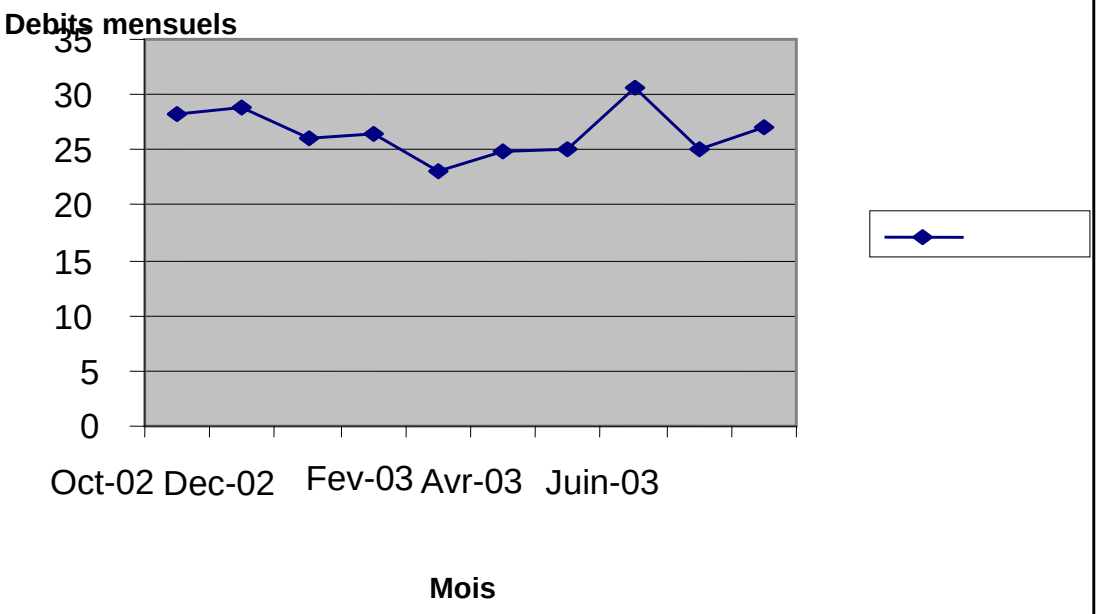
La mesure des débits journaliers d'eau usées ménagères effectuée au courant du mois de juin 2003 révèle un chiffre moyen 864 litres par jour avec des pics

notés en débuts de matinée et d'après midi qui constituent les périodes de plus grande activité ménagère.

Les débits journaliers rapportés au mois donnent un débit mensuel de 25923 litres d'eaux usées ménagères pour le mois de juin 2003.

5.1.3.2 - Les débits mensuels d'eaux usées ménagères

Tableau 3 **Courbe de variation des débits mensuels d'eaux usées ménagères rejetées à la micro station d'octobre 2002 à juillet 2003**



Les débits mensuels d'eaux usées ménagères déversées à la micro station d'épuration Biologique ont été mesurés de la période allant d'octobre 2002 en juillet 2003 par les responsables de la station.

Le débit mensuel moyen d'eaux usées ménagères rejetées à la microstation durant une période de dix mois s'élève à 26 554 litres. Les productions d'eau de cuisine et d'eau de lessive sont relativement faibles rapportés à l'échelle journalière ou mensuelle et en référence aux statistiques de l'APECSY et au dimensionnement de la microstation.

5.1.4 - Etude comparative de la production d'eau de cuisine et d'eau de lessive et de la consommation d'eau potable à la cité APECSY 1 à Yoff

Les statistiques disponibles à l'APECSY montrent un débit moyen journalier inférieur à 900 litres depuis l'installation de la station pilote.

L'enquête effectuée au niveau des ménages révèle que la consommation moyenne journalière d'eau potable est de 80 litres par personne et que le nombre moyen de personnes vivant dans une maison est de 8.

La consommation totale journalière d'eau potable pour les maisons auxquelles la microstation est destinée s'élève à 15 360 litres.

Cependant, il ne faut pas perdre de vue que la station ne prend en compte que les eaux de lessive et les eaux de cuisine et que parmi les 35 maisons pour les quelles la station était prévue, seules 24 maisons sont occupées de manière effective.

Il ressort de cette analyse que la station pilote est surdimensionnée et fonctionne en deçà de ses capacités du fait de l'insuffisance des débits d'eaux usées ménagères recueillies et la surestimation de la production d'eaux usées ménagères dans la cité avant la construction de la station.

5.1.5 - Aspects liés à la gestion des eaux usées domestiques dans les concessions.

Tableau 4 : Les différents modes de gestion des eaux usées domestiques à la cité APECSY 1 (en %)

Lieux d'évacuation des eaux de cuisine et des eaux de lessive	*station*	*83*
	fosse	*9*
	puisard	*4*
	Rue	*4*
Lieux d'évacuation des eaux de bain	*fosse*	*92*
	terrain vague	*8*
Lieux d'évacuation des eaux vannes	*fosse*	*92*
	plage	*8*
Types d'équipement Des WC dans les Concessions	*fosse septique*	*68*
	fosse étanche	*23*
	Fosse septique+fosse étanche	*9*

Les eaux de lessive et les eaux de cuisine sont déversées soit à l'entrée la station, soit dans une fosse, soit dans un puisard ou dans la rue. Il ressort de l'enquête que 83% des concessions utilisent les services de la microstation pour déverser leurs rejets d'eaux de cuisine et d'eaux de lessive tandis que les autres déversent soit dans une fosse (9%), soit dans un puisard (4%) soit dans la rue (4%). Dans la majorité des concessions, les eaux de bain sont rejetées dans la fosse à l'exception des maisons en chantier dont les systèmes d'assainissement ne sont pas fonctionnels. Le tableau ci-dessus indique que

92% des concessions déversent leurs eaux de bain dans une fosse alors que 8% des concessions les évacuent sur un terrain vague. Ces dernières sont constituées par les maisons en chantier.

La presque totalité des concessions de la cité APECSY 1 à Yoff déversent leurs eaux vannes dans une fosse (92%) et 8% seulement des concessions continuent à utiliser la plage comme lieux d'aisance.

Il ressort également de l'enquête que les concessions sont dotées de divers types d'équipements au niveau des cabines de WC.

Les fosses septiques, les fosses étanches et le couplage fosse septique fosse étanche sont les principaux types d'équipements des WC rencontrés.

Parmi les concessions dotées de fosses, 82% d'entre elles n'ont pas encore effectué de vidange et 18% seulement ont eu à vidanger leur fosse avec une fréquence moyenne d'une vidange tous les huit mois.

La cité APECSY 1 est nouvellement construite avec des maisons habitées récemment. C'est ce qui explique que la majorité des concessions n'a pas encore effectué de vidange de leurs fosses.

La totalité des vidanges qui ont été effectuées l'ont été à l'aide de camion avec un prix moyen de 17 500 F CFA.

En l'absence de WC dans les maisons, les populations ont recours à la plage pour se soulager.

En dépit des contraintes liées à l'insuffisance des rejets et au surdimensionnement de la micro station, les eaux usées domestiques sont gérées de manière rationnelle dans la presque totalité des concessions du fait du niveau d'instruction de la majorité des chefs de ménage et des mécanismes de gestion mis en place par l'APECSY. La perception des risques liés à une

mauvaise gestion des eaux usées ainsi que l'implication des populations à toutes les phases du projet de station ont été facilitées par l'instruction des chefs de ménage.

5.1.6 - Perception des populations par rapport aux eaux usées domestiques

Tableau 5 : Perception des populations vis-à-vis des eaux de cuisine et aux eaux de lessive

Types de réponses	*Oui*	*non*
Risques pour la santé des eaux de cuisine et des eaux de lessive	*96%*	*4%*
Risques pour l'environnement des eaux de cuisine et des eaux de lessive	*100%*	*0%*

Il ressort du tableau ci-dessus que dans 96% des ménages enquêtées, les populations reconnaissent les risques pour la santé que peuvent engendrer les eaux de lessive et les eaux de cuisine alors que les risques pour l'environnement nous ont été notifiés dans tous les ménages enquêtés (100%).

Il ressort de l'enquête que les maladies pouvant être engendrées par les eaux de cuisine et les eaux de lessive les plus citées par les populations sont par ordre les maladies de la peau, les diarrhées, les vers intestinaux, les vomissements, le paludisme et la toux.

Les risques pour l'environnement engendrés par les eaux de cuisine et les eaux de lessive attendus par les populations sont par ordre d'importance la

dégradation esthétique, les odeurs, la pollution du sol et la pollution de la nappe. A l'image des eaux de cuisine et des eaux de lessive, les populations considèrent que les eaux de bain peuvent engendrer des risques pour la santé humaine et pour l'environnement. Aussi bien pour la santé humaine que pour l'environnement, l'existence des risques nous a été notifiée dans 96% des concessions enquêtées. Les maladies incriminées ainsi que les risques attendus sur l'environnement sont identiques à ceux notés avec les eaux de cuisine et les eaux de lessive.

Tous les chefs de ménage rencontrés au cours de l'enquête reconnaissent de manière unanime l'existence de risques réels pour la santé et pour l'environnement des eaux vannes mal gérées.

Les maladies pouvant survenir suite à une mauvaise gestion des eaux vannes les plus citées par les populations sont par ordre les diarrhées, les vers intestinaux, les maladies de la peau, les vomissements et le paludisme. Les risques pour l'environnement attendus des eaux vannes par les populations sont les mêmes que ceux notés précédemment avec le même ordre de fréquence de survenue.

L'éducation environnementale qui a consisté à expliquer les risques pour l'environnement et pour la santé que peuvent engendrer les eaux usées a été acquise sans grande difficulté et les populations coopèrent parfaitement pour la bonne marche de la micro station et pour l'amélioration des conditions techniques de son fonctionnement.

5.1.7 – Relations entre les populations et la microstation.

5.1.7.1 - Implication des populations à la conception, à la réalisation et à la gestion de la microstation

L'enquête effectuée auprès des chefs de ménage montre que 54% d'entre eux ont été associés à la conception de la station pilote alors que les 46% restants n'avaient pas encore rejoint leurs maisons.

Tableau 6 : Degré d'implication des populations aux différentes phases du projet de micro station

Différentes phases du projet	*Conception Réalisation Gestion*	*Réalisation gestion*	*Gestion*
Pourcentage de maisons impliquées (%)	*61*	*16*	*23*

Le tableau ci-dessus indique que 61% des concessions impliquées l'ont étés aux différentes phases, 16% ont été associés à la gestion et à la réalisation tandis que les 23% de concessions restantes l'ont été uniquement à la gestion de la micro station.

5.1.7.2 – L'entretien et la sécurité de la micro station.

La sécurité de la station est assurée par un gardien qui veille au respect des recommandations concernant le déversoir et les heures d'ouverture de la station qui vont de 10h à 17h. En accord avec la gestionnaire de la

microstation, toutes les concessions qui déversent leurs eaux usées ménagères donnent une cotisation mensuelle de 3 000 FCFA qui sert à rémunérer le gardien de la station et des autres agents de sécurité (veilleurs de nuits) de la cité. La perception de cette somme ne pose pas de problème car les chefs de ménage adhèrent parfaitement au projet de station.

5.1.7.3 – Consentement des populations pour la mise en place d'un réseau de canalisation reliant les concessions à la micro station et à participer aux coûts financiers.

Dans la presque totalité des concessions, les populations ont émis le vœu de voir la mise en place d'un réseau de canalisation reliant les maisons à la station.

Tableau 7 : Proportion des concessions qui sont pour ou contre la mise en place du réseau de canalisation les reliant à la microstation.

Types de réponses	**Oui**	**Non**	Sans réponses
Pourcentage des concessions (%)	88	8	4

A la cité APECSY 1, comme l'indique le tableau ci-dessus, 88% des concessions souhaitent la mise en place de ce réseau alors que 8% des concessions sont contre et 4% des concessions n'ont pas émis de réponse. Les concessions qui sont contre la mise en place du réseau craignent de probables défaillances techniques qui pourraient en découler et leurs conséquences sur leur cadre vie.

Cependant, dans les concessions où il n'a pas eu de réponse, les populations

ont émis le souhait d'être édifié sur le plateau technique de ce probable réseau de canalisation avant de pouvoir se prononcer. L'étude a montré que la totalité des concessions qui ont émis le vœu de voir se réaliser un réseau de canalisation acceptent de payer en ce sens. Les montants proposés par les populations sont très variables allant de 100 à 10 000 FCFA.

<u>Tableau 8</u> : Différents montants proposés en rapport avec les concessions correspondant en %

Montants proposés	*100*	*500*	*1000*	*2000*	*5000*	*10000*
Nombre de concessions (en %)	*9,5*	*33,5*	*33,5*	*9,5*	*9,5*	*4,5*

5.1.7.4 –Comparaison entre la situation présente et la situation antérieure.

Les populations apprécient globalement la station comme étant très avantageuse.

<u>Tableau 9</u> : Niveaux d'appréciation de la microstation par les bénéficiaires

Appréciation de la micro Station	Très satisfaisant	Satisfaisant
Nombre de concessions correspondant (en %)	81	19

Le tableau ci-dessus indique que 81% des concessions apprécient la station comme étant très satisfaisante et 19% l'apprécient comme étant satisfaisante. Parmi les avantages reconnus à la présence de la microstation, on peut noter l'amélioration du cadre de vie, la suppression des déplacements vers la plage et la protection de la nappe. Néanmoins, certains désagréments liés à la présence des mouches et des odeurs ont été notés avec le voisinage de la station.

5.1.7.5 - Adhésion des populations à la réutilisation des eaux traitées dans le maraîchage

Les eaux usées traitées au niveau de la microstation d'épuration biologique sont destinées à l'arrosage des plants du jardin écologique. Les fruits et légumes produits dans le jardin sont achetés par les populations de la cité manifestant ainsi leur adhésion à la réutilisation des eaux usées traitées dans le maraîchage.

5.2 - Etude technique de la micro station d'épuration biologique.

5.2.1 - Evaluation quantitative et qualitative des eaux usées et de l'eau traitée à la micro station d'épuration biologique.

5.2.1.1 - Evaluation quantitative des eaux usées et de l'eau traitée à la micro station d'épuration biologique.

La mesure des débits d'eaux de lessive et d'eaux de cuisine à l'entrée de la microstation sur une période de six semaines révèle un chiffre moyen journalier de 864 litres. La mesure des débits d'eaux à la sortie de la micro

station n'a pas été réalisée du fait des défaillances techniques notées dans son fonctionnement.

5.2.1.2 - Etude qualitative des eaux usées et de l'eau traitée à la micro station d'épuration biologique.

*** Qualité des eaux usées déversées à la micro station**

Tableau 10 : Qualité chimique et microbiologique des eaux usées déversées à la micro station

Paramètres mesurés	**Campagnes**					
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
pH	7,3	7,1	6,8	6,7	6,4	6,9
Conductivité (µS/cm)	2540	1891	2350	3850	2150	2150
MES (mg O_2/l)	2,2	5,9	2,9	3,4	2,1	4,4
DCO (mg O_2/l)	7840	8280	7380	10440	5580	6650
DBO_5 (mg O_2/l)	5100	4650	5400	4650	4800	3900
NK (mg/l)	70	46	43	62	51	60
Pt (mg/l)	96	87	71	66	77	65
CF (10^7/100 ml)	3,9	5,4	4,5	3,2	5,4	4,2

Les analyses sont effectuées sur les eaux usées ménagères prélevées au cours des différentes campagnes de prélèvement. Elles consistent à mesurer les paramètres indicateurs des différentes formes de pollution. Les valeurs obtenues pour le pH et la conductivité lors des analyses sont admises pour les

eaux usées ménagères brutes avec des moyennes de 2488 µS/cm pour la conductivité et de 6.9 pour le pH.

Le taux moyen de MES est de 3,8 mg/l. Il est largement en dessous des valeurs tolérées pour les eaux usées ménagères brutes qui tournent autour de 600mg/l (Radoux, M. et al, 2000).

Le tableau ci-dessus indique que les valeurs de DCO vont de 5580 à 10440 mg O_2/ l au cours des différentes campagnes d'analyses soit une moyenne de 7691 mg O_2/l. Ces valeurs dépassent largement les normes de rejet admises qui avoisinent 1500 mg O_2/l (Radoux, M. et al 2000).

Il ressort également du tableau ci-dessus que les valeurs de DBO_5 varient de 3900 mg O_2/l à 5400 mg O_2/l soit une moyenne de 4750 mg O_2/l qui dépasse largement les normes admises pour les eaux usées brutes ménagères. Ces valeurs très élevées de DCO et de DBO_5 trouvées au cours des différentes campagnes d'analyses révèlent que les eaux usées ménagères déversées au niveau de la station sont très chargées en matières organiques. Ceci s'explique en partie par les faibles volumes rejetés qui entraînent une forte concentration des eaux usées brutes ménagères.

Le taux d'azote Kjeldalh contenu dans les échantillons d'eaux brutes varient de 43 mg/l à 70 mg/l au cours des différentes campagnes soit une valeur moyenne de 55,3 mg/l qui se trouve largement en dessous des valeurs usuelles obtenues dans les eaux usées ménagères qui avoisinent 226 mg/l (Radoux, M. et al 2000).

Les taux de phosphore total mesurés varient entre 65 mg/l et 87 mg/l soit une valeur moyenne de 77 mg/l qui dépasse légèrement les valeurs usuelles obtenues pour les eaux usées brutes ménagères avoisinant 62 mg/l (Radoux, M. et al 2000).Ces taux élevés de phosphore dans les eaux usées ménagères brutes peuvent s'expliquer par l'usage de détergents pour la lessive par les populations de la zone.

Le tableau ci dessus indique que les taux de coliformes fécaux retrouvés dans les échantillons d'eaux usées ménagères vont de $3,2.10^4$ /CF/100ml à $5,4\ 10^4$ /CF/100ml avec un taux moyen de $4,4\ 10^4$CF/100ml pour l'ensemble des 6 campagnes. Ces valeurs sont comprises dans la fourchette admise pour les eaux usées brutes ménagères qui va de 10^5 à 10^7/CF/100ml.Les faibles volumes d'eaux usées déversées expliquent les maxima de valeurs obtenues pour les taux de coliformes fécaux.

*** Qualité de l'eau traitée à la microstation d'épuration biologique.**

<u>Tableau 11 :</u> Qualité chimique et microbiologique de l'eau traitée à la microstation d'épuration biologique.

Paramètres mesurés	**Campagnes**					
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
pH	8,0	8,5	7,7	7,8	7,7	7,3
Conductivité µS/cm	2230	2300	2250	2390	2270	2320
MES (mg O_2/l)	0,08	0,07	0,04	0,03	0,02	0,03
DCO (mg O_2/l)	420	551	504	572	445	490
DBO_5 (mg O_2/l)	165	170	190	110	185	105
NK (mg/l)	45	24	24	45	32	43
PT (mg/l)	46	31	40	29	25	30
CF (10^7/100 ml)	7,3	8,7	8,2	9,4	8,7	9,5

Il ressort du tableau ci dessus que les eaux usées traitées recueillies à la sortie de la microstation présentent des traces de MES avec un chiffre moyen de 0,04 mg/l. Par rapport aux MES, la réutilisation ou le rejet de ces eaux traitées ne posent pas de problème pour la santé et l'environnement car la norme sénégalaise NS-05-061 de juillet 2001 s'élève à 50 mg/l.

Les taux de DCO et de DBO_5 sont relativement élevés pour les échantillons d'eaux à la sortie de la microstation. Le chiffre moyen pour la DCO est de 490 mg/l pour les eaux traitées alors que pour ces dernières la norme sénégalaise de juillet 2001 est de 200 mg/l si le flux journalier n'excède pas 30 kg/j. Le taux moyen de DBO_5 est de 154mg/l pour les eaux traitées alors que la norme sénégalaise s'élève à 80mgO_2/l si le flux est inférieur ou égal à 30 kgO_2/j.

Il ressort du tableau ci-dessus des variations considérables des taux de NK et de PT entre les échantillons d'eaux usées ménagères traitées.

Le taux moyen trouvé pour les six campagnes sont, pour le NK, de 55,33 mg/l pour les eaux à l'entrée de la microstation et de 35,5 mg/l pour les eaux traitées alors que la norme sénégalaise de juillet 2001 indique un taux de NK de 30 mg/l pour un rejet sans danger dans le milieu naturel. Par rapport au phosphore total le chiffre moyen est de 33,5 mg/l pour les eaux traitées recueillies à la sortie de la microstation. Ce qui dépasse largement la norme sénégalaise pour le Pt avoisinant 10mg/l.

Le tableau ci dessus montre un taux d'abattement de la pollution microbiologique de quatre puissances de dix lors des différentes campagnes d'analyses entre les eaux usées brutes et les eaux usées traitées. Néanmoins, le taux moyen de coliformes fécaux trouvé dans les eaux traitées qui s'élève à 8,6 10^3/ CF/100ml reste supérieur à la norme sénégalaise qui est de 2 10^3 pour un rejet d'eaux usées dan le milieux naturel. Il ne faut pas perdre de vue que l'OMS recommande un maximum de 1000 /CF/100ml pour une réutilisation dans le maraîchage.

Il faut cependant signaler que des études épidémiologiques récentes ont montré que dans une perspective de réutilisation des eaux usées dans le maraîchage sans restriction, le risque d'infection n'est réel que lorsque la recommandation de l'OMS est dépassée d'un facteur de 13 (Blumenthal et al, 2001, cité par MBEGUERE M., 2002).Ces auteurs recommandent pour les pays en développement une nouvelle valeur de 10^4/CF/100ml pour une réutilisation des eaux usées dans le maraîchage.

Les eaux usées ménagères sont très chargées en micro-organismes pathogènes et particulièrement en coliformes fécaux. Le traitement de ces eaux là où il est effectué, peut réduire ces concentrations de 2, 3, ou 4 ordres de grandeur c'est-à-dire 2, 3 ou 4 fois moins mais les effluents sont encore très chargés car ne respectant pas toujours les normes en microbiologie et en physico-chimie et imposant du coup une prudence pour la réutilisation de ces eaux dans le maraîchage et leur déversement dans la nature.

Les eaux recueillies à l'entrée de la microstation sont très chargées sur les plans physico-chimique et microbiologique en référence aux différents paramètres de pollution mesurés.

Les paramètres physico-chimiques et microbiologique mesurés sur l'eau à la sortie de la microstation donnent des valeurs toujours supérieures aux normes pour la réutilisation de ces eaux dans le maraîchage.

5.2.2 - Etude du dimensionnement et de la structure de la microstation

La mesure des débits journaliers des eaux de lessive et de cuisine sur une période de six semaines donne un chiffre moyen de 864 litres avec des pics obtenus en début de matinée et d'après midi qui correspondent aux périodes de grande activité ménagère. Les volumes d'eaux de lessive et d'eaux de cuisine rejetées à la microstation sont plus importants en cours de semaine que pendant le week-end du fait de l'absence des bonnes dans les maisons. A l'origine la microstation était conçue pour recueillir 8575 litres d'eaux usées ménagères (eaux de lessive et eaux de cuisine) alors que la mesure des débits montre qu'elle en reçoit en moyenne 864 l/jour.

La microstation reçoit dix fois moins la quantité d'eaux de lessive et d'eaux de cuisine qui était prévue pour son fonctionnement. Ceci montre un surdimensionnement de la microstation de la part de ses initiateurs. Cependant, il ne faut pas perdre de vue que parmi les 35 concessions pour lesquelles la microstation était conçue, seules 24 sont habitées de manière effective. Les maisons restantes sont le plus souvent en chantier.

L'équivalent habitant à Dakar est estimé à 50 l/personne/jour. Le volume de dimensionnement retenu par l'APECSY correspond à 171,5 EH /jour ; rapporté à la surface occupée par le système d'épuration il est de 0,52 m^2/ EH.

Les valeurs moyennes du débit d'eaux de cuisine et d'eaux de lessive tournent autour de 864 litres c'est-à-dire de 17,3 EH. Ce qui donne un volume de dimensionnement égal 0,05 m^2/ EH rapporté à la surface du système d'épuration.

La microstation d’épuration biologique est surdimensionnée et fonctionne en deçà de ses capacités, du fait des faibles débits d’eaux de cuisine et d’eaux de lessive qu’elle reçoit journalièrement.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'eau est un patrimoine essentiel à préserver, car sa quantité limitée et sa qualité est essentielle à bien des usages, souvent générateurs d'impératifs contradictoires. La gestion de l'eau est fondamentale, mais difficile, et aussi elle doit s'appuyer sur des plans d'actions concertées et des objectifs rigoureusement définis.

Dans les pays sahéliens où les ressources en eau sont rares et les problèmes de santé liés à l'eau dominent, la gestion des eaux est un gage de davantage de bonne santé et de bien être pour les populations.

Le secteur de l'assainissement y a accusé un retard criard par rapport à celui de l'eau potable. En effet, pendant plusieurs années les autorités des pays africains en général et du Sénégal en particulier n'ont eu comme préoccupation majeure que la satisfaction des besoins en eau potable des populations (Mbéguéré, M. ; 1994, cité par Mbéguéré, M. ; 2002).

L'Etat du Sénégal, à travers le Programme Eau à Long Terme (PELT) et le programme d'amélioration de l'assainissement dans les quartiers péri urbains de Dakar, envisage de meilleures perspectives pour le secteur de l'assainissement avec un financement de 63 milliards (MMEH, 2002).

A l'issue de cette étude nous avons retenu les conclusions suivantes :

- les aspects socio économiques notés au niveau des populations à la cité APECSY 1 révèlent un niveau de vie satisfaisant dans la quasi-totalité des concessions ;

- les populations ont un accès facile à l'eau potable et en consomment des quantités à la hauteur de leur niveau de vie : 80 litres/personne/jour ;
- la plus grande part de cette eau est utilisée lors de la prise de bain et dans les cabines de WC.
- les productions d'eaux de cuisine et d'eaux de lessive sont relativement faibles rapportés à
- l'échelle journalière ou mensuelle et en référence aux statistiques de l'APECSY et au dimensionnement de la micro station ;
- en dépit des contraintes liées à l'insuffisance des rejets et au surdimensionnement de la station, une bonne gestion des eaux usées est pourtant réalisée ;
- les eaux usées domestiques sont gérées de manière rationnelle dans la presque totalité des concessions de la cité du fait de la qualité du niveau de vie et du niveau d'instruction de la majorité des chefs de ménage ;
- l'éducation environnementale qui a été réalisée pendant toutes les phases du projet de micro station d'épuration biologique a été acquise sans grande difficulté et les populations coopèrent parfaitement pour sa bonne marche et pour l'amélioration des conditions techniques de son fonctionnement ;
- les eaux recueillies à l'entrée de la micro station sont très chargées sur les plans physico chimiques et micro biologique en référence aux différents paramètres de pollution mesurés ;
- les paramètres physico chimiques et micro biologique mesurés sur l'eau traitée à la microstation donnent des valeurs toujours supérieures aux

normes sénégalaises de rejet des eaux usées dans le milieu naturel

- la qualité du traitement de ces eaux usées ménagères est à améliorer et ceci doit attirer l'attention des populations pour la à réutilisation de ces eaux traitées à des fins socio-économiques et principalement dans le maraîchage ;
- la mise en place de la station présente des fortunes diverses par rapport au traitement sur les plans qualitatif et quantitatif ;
- les résultats des mesures de débit révèlent que la station pilote reçoit de faibles volumes d'eaux usées empêchant son fonctionnement correct ;
- l'écoulement des eaux entre les bassins est irrégulier du fait des tuyaux qui sont souvent bouchés. C'est ce qui explique les faibles et irréguliers débits d'eau traitée recueillis à la sortie de la microstation rendant ainsi difficile l'évaluation des capacités épuratoires sur le plan quantitatif de la micro station.

Les recommandations suivantes peuvent être formulées pour une meilleure gestion des eaux usées ménagères au Sénégal en général et à la commune d'arrondissement de Yoff et à la cité APECSY 1 en particulier.

L'office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS) doit s'impliquer dans la définition de la politique d'assainissement de la commune d'arrondissement tenant compte de la nature physique de son terrain et veiller à l'implantation d'ouvrages adéquats et performants qui respectent les normes.

La recherche sur les techniques alternatives doit être approfondie afin de l'adapter davantage aux conditions socio-économiques et climatiques des pays en développement.

La réutilisation des eaux usées ménagères dans le maraîchage et les activités connexes doit être encouragée pour réduire la pression sur l'eau potable.

Les secteurs public et parapublic de même que les organisations non gouvernementales présents à l'APECSY 1 tels que ENDA GRAF doivent mener des actions concertées pour une meilleure gestion des eaux usées domestiques.

BIBLIOGRAPHIE

1- Diop, B. S., Mbéguéré M., Radoux M., 1997 - Rapport scientifique sur la Station Expérimentale de Cambérène ISE, UCAD, Dakar, Sénégal.

2- Maystre, L. Y., 2000 - L'assainissement urbain en Afrique : Enjeux et attentes. Séminaire international de l'ONG Aquadev, Gorée (Dakar), Sénégal, P 17-21.

3- Mbéguéré, M., 2002 - Traitement des eaux usées domestiques par voie naturelle sous climat tropical : Etude des performances épuratoires de cinq écosystèmes artificiels terrestres par Mosaïques Hiérarchisées d'Ecosystèmes Artificiels. Thèse de doctorat de troisième cycle en sciences de l'environnement, ISE, UCAD, Dakar.

4- Diedhiou, M. L., 2002 - Gestion des eaux usées domestiques dans les pays en voie de développement : évaluation de quatre expériences menées au Sénégal. Mémoire de DEA, Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Belgique.

5- Collin, J. J., Salem, G., 1989 - Pollution des eaux souterraines par les nitrates dans les banlieues non assainies des pays en développement : Cas de Pikine (Sénégal)

6- Diop, B. S., 1994 - Epuration des eaux usées domestiques par voie naturelle sous climat tropical. Mémoire DEA.ISE /FST/UCAD, Sénégal.

7-. Diop, B. S., 2002 - Les écosystèmes aquatiques et semi- aquatiques dans l'épuration des eaux usées domestiques par Mosaïques Hiérarchisées d'Ecosystèmes Artificiels. Thèse troisième cycle. ISE / FST / UCAD, Sénégal.

8- Mara, D., Cairncross, S., 1991 - Guide pour l'utilisation sans risques des eaux résiduaires et des excréta en agriculture et en aquaculture. OMS / PNUE, Genève.

9- Mbéguéré, M., 1994 - Eau et assainissement à Ouakam : Alimentation en eau, gestion des eaux usées ménagères et caractérisation des rejets. Mémoire DEA.ISE /FST/ UCAD Sénégal.

10-. MEFP, 1993 - Recensement général de la population et de l'habitat de 1988 .Rapport national.

11- MH PNUD, 1994 - Bilan-Diagnostic des ressources en eau au Sénégal.

12-. Niang, S., 1996 - Utilisation des eaux usées domestiques en maraîchage péri - urbain à Dakar (Sénégal), Sécheresse, No3, Vol.7.

13- Radoux, M., 1993 - Technologies d'urgences pour l'épuration des eaux usées urbaines. Table ronde du comité de recherche scientifique et politique.22-24/11/1993, Dakar..

14- ENDA TIERS MONDE , 1998 - amélioration des services d'approvisionnement en eau et d'assainissement dans les quartiers défavorisés de Dakar et de Pikine.

15- Gueye, O.,1998 - L'assainissement des quartiers défavorisés. Info CREPA no 21. Juillet, août, septembre 1998.

16- Niang M. N., 1995 - Etude diagnostic du village de Yoff pour la mise en œuvre d'un projet « villes et villages en santé », rapport de stage IAGU, Dakar.

17- Environnement Canada, 1987 - Recommandations pour la qualité des eaux au Canada, Section 6. Données de bases sur des paramètres spécifiques, Gouvernement du Canada, Ottawa, 240p.

18-. OCDE, 1999 - Le prix de l'eau ; les tendances dans les pays de l'OCDE, Paris, 194p.

19- Leclerc, H., Festy, B. et Lazar, P., 1982 - « Connaissances actuelles sur la pathologie hydrique »Rev. Epidemiol. Santé Publi. , 30, 3, p.363-

20- Guerin, M. ; Gosselin, P. ; Cordier, S., Viau, C. ; Quénel, P. ; Dewailly, E., 2003 - Environnement et santé publique : Fondements et pratiques. Edisem Inc, 1023p.

21- Degrémont, 1972 - Momento technique de l'eau. Lavoisier, Paris.

22- Radoux, M., 1999 - Qualité et traitement des eaux. L'épuration des eaux. Cours polycopiés : Département gestion de l'environnement. Université Senghor d'Alexandrie, Egypte

23- Organisation Mondiale de la Santé, 1989 - L'utilisation des eaux usées en agriculture et en aquaculture : Recommandations à visées sanitaires. Rapport d'un groupe scientifique de l'OMS. Série rapports techniques 778.OMS, Genève.

24- Baldé, M.L., 1987 - Eau et assainissement à Thiès : analyse des aspects domestiques dans les quartiers de Thialy et Escale. Mem.DEA, ISE.

25- Goffin, L., 1982 - La problématique d l'environnement ; ISE, Dakar, 73p.

26-. MH/PNUD, 1994 - Bilan diagnostic des ressources en eau du Sénégal.

27- Bechac, J. P., Boutin P., Mercier B. et Nuer P., 1987 - Traitement des eaux usées, Paris, Eryrolles.

RUBRIQUE DES ABREVIATIONS

MES : Matières en suspension

ONU : Organisation des Nations Unies

DBO_5 : Demande Biochimique en Oxygène au cinquième jour

DCO : Demande Chimique en Oxygène

E.L. : Eaux de lessive

E.C. : Eaux de cuisine

E.V. : Eaux vannes

NK : Azote kjeldalh

PT : Phosphore total

C.F. : Coliformes fécaux

E.U.M. : Eaux usées ménagères

P.S.E. : Projet Sectoriel Eau

P.L.T.: Programme eau à Long Terme

UNEP : « United Nation Environnement Programme »

WRI: « World Ressource Institute »

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PED : Pays En Développement

MEFP : Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan

MH : Ministère de l'Hydraulique

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

ONAS : Office National de l'Assainissement du Sénégal

ONG : Organisations Non Gouvernementales

IAGU : Institut africain de Gestion Urbaine

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economique

ISE : Institut des Sciences de l'Environnement

FST : Faculté des Sciences et Techniques

APECSY : Association pour la Promotion Economique, Culturelle, et Sociale de yoff.

MATERIELS D'ETUDE

I - Physico-chimie

I-1-Matières en suspension (MES)

- Papier filtre
- Capsules en aluminium
- Balance Metler
- Entonnoir en verre
- Porte entonnoir
- Erlenmeyer de 250ml
- Etuve
- Papier
- Stylo à bic

I-2 Demande chimique en oxygène (DCO)

- Tubes à DCO
- Tubes à essai
- Pipettes de 1ml
- Spectrophotomètre électronique
- Four à 105°

I-3 Demande biochimique en oxygène (DBO)

- Flacons à DBO avec barreau magnétique
- Pipette de 1ml
- Chronomètre
- DBO mètre

I-4 Azote Kjeldalh et phosphore total

- Tubes de digestion
- Pierres ponces
- Balance de Metler
- Pipettes de 20ml et de 2 ml
- Digesteur
- Chronomètre
- Eprouvette de 50ml
- Burette
- Erlenmeyer de 50ml et de 100ml

II Microbiologie : coliformes fécaux

- Becs bunsen
- Allumettes
- Boites de pétrie
- Balance de Metler
- Erlenmeyer de 250ml
- Autoclave
- Etuve (50° C)

- Tubes à essai de 20ml
- Porte tubes à essai
- Pipettes de 25ml
- Pipette ependorf
- Papier aluminium
- Gang en latex
- Marqueurs

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 : Aspects liés au niveau de vie et d'instruction des populations à la cité APECSY 1 à Yoff

Tableau2 : Approvisionnement et d'utilisation de l'eau potable à la cité APECSY1 à Yoff.

Tableau 3 : Courbe de variation des débits mensuels d'eaux usées ménagères rejetées à la micro station d'octobre 2002 à juillet2003.

Tableau 4 : Différents modes de gestion des eaux usées domestiques à la cité APECSY 1 à Yoff.

Tableau 5 : Perception des populations par rapport aux eaux de cuisine et aux eaux de lessive.

Tableau 6 : Degré d'implication des populations aux différentes phases du projet de micro station.

Tableau 7 : Proportion des concessions qui sont pour ou contre la mise en place d'un réseau de canalisation les reliant à la micro station.

Tableau 8 : Différents montants proposés en rapport le nombre de concessions correspondant en %.

Tableau 9 : Différents niveaux d'appréciation de la micro station par les bénéficiaires.

Tableau 10 : Qualité chimique et microbiologique des eaux usées déversées à la micro station d'épuration biologique.

Tableau 11 : Qualité chimique et micro biologique de l'eau traitée à la micro station d'épuration biologique.

DETERMINATION DES MATIERES EN SUSPENSION

PRINCIPE

L'échantillon est filtré avec du papier filtre sans cendres et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par double pesée.

. MODE OPERATOIRE

- laver à l'eau distillée le papier filtre, puis sécher à l'étuve environ deux heures, à la température de 105°C,
- placer le papier filtre dans un dessiccateur environ 15 minutes, puis peser,
- filtrer un volume connu d'échantillon,
- remettre le filtre à l'étuve à 105°C environ trois heures,
- placer le papier filtre dans un dessiccateur environ 15 minutes, puis peser,

.EXPRESSION DES RESULTATS

La teneur en MES de l'échantillon est donnée en mg/l par l'expression suivante :

$$X = \frac{(P_1 - P_0)}{V} \times 1000$$

P_1= poids sec du filtre avant filtration, en mg.

P_0= poids sec du filtre après filtration de l'échantillon, en mg.

V= volume de l'échantillon filtré, en ml.

DETERMINATION DE LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGÈNE (DCO)

PRINCIPE

En milieu acide, les matières organiques sont oxydées par le bichromate de potassium, en présence de catalyseur (sulfate d'argent) et de sulfate de mercure pour complexer les chlorures.

$$\text{Matières organiques} + Cr^{6+} + H^{+} \text{ ----------> } Cr^{3+}$$

On dose en retour le Cr^{6+} restant avec du sel de Mohr ou à la longueur d'onde de 440 nm, par contre le Cr^{3+} formé est mesuré vers 600 nm au spectrophotomètre.

.REACTIFS

-Sulfate d'argent: Ag_2SO_4 à 6,6 g par litre de H_2SO_4 concentré.
-Sulfate de fer ferreux et d'ammonium (sel de Mohr) à 0,25 N:$FeSO_4(NH_4)_2SO_4,6H_2O$+20 ml de H_2SO_4 on ajuste le tout à un litre (98g de sel de Mohr+20 ml H_2SO_4 concentré).
-Dichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$ 0,25N soit 12,2588g /l.
-FerroÏne: dissoudre1, 485g de 1.10 phénanthroline $C_{12}H_8N_2H_2O$ et 0,695g de sulfate de fer $FeSO_4$, 7H2O dans H_2O distillée puis compléter à 100 ml.
-Sulfate de mercure: $HgSO_4$.
-Acide sulfurique concentré: H_2SO_4.

MODE OPERATOIRE

Méthode "HACH":

- Introduire 2 ml d'eau distillée dans un tube DCO Hach (blanc*),
- introduire 2 ml d'échantillon dans un second tube DCO Hach,
- agiter, puis chauffer les deux tubes dans un four à DCO à 150°C, pendant deux heures,
- Laisser refroidir et lire au spectrophotomètre DR 2000 HACH, à 620 nm.

La DCO est donnée directement en mg O_2/l.

** Le blanc permet la mise à zéro du spectrophotomètre*

DETERMINATION DE LA DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE (DBO)

———————————————————————

. PRINCIPE

La teneur en matières organiques biodégradables est déterminée indirectement par la mesure de la quantité d'oxygène consommée, à 20°C et à l'obscurité, par les bactéries aérobies de l'échantillon

.REACTIFS

-Hydroxyde de potassium 30 à 45%

. MODE OPÉRATOIRE

- Introduire un volume connu d'échantillon dans un flacon à DBO contenant un barreau magnétique,
- déposer 0,5 à 1 ml de potasse 30 à 45% dans le bouchon prévu à cet effet,
-placer le flacon sur le DBOmètre,
- fermer le flacon, puis introduire le DBOmètre dans son enceinte,
-attendre 30 mn, ajuster au zéro et noter l'heure,
- lire la DBO_1 le lendemain à la même heure. Le résultat est lue directement en mg/l d'oxygène.

Il en sera de même les 2^e, 3^e, 4^e et 5^e jour. On obtient alors la DBO_5

DOSAGE DE L'AZOTE KJELDAHL ET DU PHOSPHORE TOTAL

. PRINCIPE

La méthode de Kjeldahl a pour but de convertir l'azote organique en azote ammoniacal et le phosphore organique en orthophosphates, par digestion à l'acide sulfurique auquel on ajoute du sulfate de potassium pour élever le point d'ébullition à 345-370 °C.
Après digestion et dilution, la solution est neutralisée à l'aide de soude.

. MODE OPÉRATOIRE

Digestion

- Introduire 100 ml d'échantillon non filtré dans un tube de digestion contenant quelques pierres ponces,
- ajouter 18 ml de H_2SO_4 et 10 g de K_2SO_4,
- digérer pendant trois à quatre heures (l'échantillon devient alors clair) et laisser refroidir,
- introduire le digestat dans une fiole de 500 ml et ajuster avec de l'eau distillée,
- prélever 25 ml du digestat dilué et neutraliser avec un volume connu de NaOH 5N,

(le volume de soude est préalablement déterminé grâce à un dosage précis en présence de bleu de bromothymol).

Dosage de l'azote Kjeldahl :

- introduire dans une fiole jaugée de 50 ml, une prise d'essai à partir de l'aliquote neutralisé,
- ajouter 2 ml de tartrate double, agiter,
- ajouter 2 ml de réactif de Nessler, agiter,
- compléter à 50 ml avec de l'eau distillée, agiter,

- laisser reposer 10 mn et lire au spectrophotomètre à 420 nm,
- déduire la concentration de la courbe d'étalonnage.

Dosage du phosphore total :

- introduire dans une fiole jaugée de 100 ml, une prise d'essai à partir de l'aliquote neutralisé,
- ajouter 25 ml de liqueur ternaire,
- compléter à 100 ml avec de l'eau distillée,
- laisser reposer 10 mn et lire au spectrophotomètre à 460 nm,
- déduire le résultat de la courbe d'étalonnage.