

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS

GC.0237

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGÉNIEUR DE CONCEPTION

TITRE

Contribution à la résolution des problèmes de fuites dans
les réseaux de distribution d'eau. Cas de l'Ecole Polyte-
nique de Thiès.

GENIE: *civil*
DATE : MAI 1988

AUTEUR : Kouami Epiphane Pierre KPODEHOU
DIRECTEUR : Amadou SARR,
CO-DIRECTEUR : Gervais LECLAIR

Dédicaces

Nous dédions ce travail :

- A ma mère et mon père ;
- A mes grandes sœurs Honorine et Eliane ;
- A tous mes parents ;

Voici venu le moment que vous attendiez tous, espérons qu'il ne soit pas le dernier.

- A ma "petite chérie" Eve ;
Ce travail est le nôtre, c'est le fruit
de notre amitié.
- A ma promotion et mes amis ;
En souvenir des temps passés ensemble.

Remerciements.

L'inspiration d'un problème d'ordre pratique devait faire connaître le jour à ce document.

A ce titre, nous sommes profondément redevables à Monsieur Amadou SARR, professeur à l'E.P.T pour nous avoir invité à en faire un projet de Fin d'Etudes.

C'est le lieu de vous exprimer toutes nos gratitude pour votre sincère et franche collaboration, vos utiles directives et précieux conseils.

Nos remerciements à l'égard de tous nos professeurs de l'E.P.T pour la bonne qualité de la formation que nous avons reçue et dont ils sont les infatigables artisans.

A monsieur Gervais LECLAIR, co-directeur de ce projet; recevez ici notre profonde gratitude pour votre grand dévouement à notre cause.

A tous ceux qui d'une manière ou d'une autre ont contribué à la réalisation de ce projet de Fin d'Etudes; en particulier à monsieur Adama DIALLO, responsable du château d'eau :

Sincère reconnaissance.

Sommaire

Au cours des cinq dernières années (1981 - 1986), notre consommation d'eau sur le campus a atteint le niveau d'alarme avec un coût moyen annuel de 40 millions de Francs CFA, correspondant à l'achat de 140 mille m^3 d'eau par année, mesurés aux compteurs.

Notre consommation d'eau est d'au moins 700 litres/habitant/jour si l'on évalue que 550 personnes habitent et vivent sur le campus chaque jour de l'année.

En guise de comparaison avec les chiffres compilés par la SONEES, il faut retenir que nous consommons à l'EPT au moins 12 fois plus d'eau que les habitants de la ville de Thiès dont la consommation moyenne, établie en 1980 est de 58 litres/habitant/jour; il s'en suit que nous consommons à l'EPT 9 fois plus d'eau qu'au quartier grand Thiès avec 73 litres/habitant/jour, dans les maisons avec branchement privé. D'autre part, notre consommation d'eau excessive à l'EPT, nous inscrit à la SONEES au record peu reluisant du 3^e utilisateur d'eau de la région après la Société des Textiles du Sénégal (STS) et l'École

Nationale des Officiers Actifs (ENOA).

Il est peu probable que ce volume d'eau corresponde à la consommation réelle des habitants du campus. Cette consommation excessive est due peut-être :

- au gaspillage de l'eau ;
- à un mauvais calibrage du compteur d'eau ;
- aux fuites dans le réseau.

Mais vu la fréquence des réparations sur le réseau de distribution d'eau et l'état de certains bâtiments devenus inutilisables pour cause de fissures, il est très probable que des fuites soient à l'origine de cette forte consommation d'eau sur le campus.

Dans les pages à suivre, nous traiterons de :

- la reconstitution et vérification du plan de réseau de distribution d'eau ;
- l'état de la consommation d'eau sur le campus ;
- la détection et l'évaluation des fuites ;
- et l'étude économique d'une éventuelle réparation.

Les résultats de cette étude, permettant aux autorités administratives de l'École, d'adopter

des mesures appropriées pour une meilleure
gestion des ressources hydriques de l'École.

Table des Matières

Remerciements	
Sommaire	
Avant - propos	
Chapitre I : Vérification et Reconstitutions du plan du réseau de distribution d'eau du campus	1
I-1 Description du réseau	5
I-2 les sources d'alimentation	4
I-3 le château d'eau	5
a- Réservoir semi-enterré	5
b- Poste de pompage	5
c- Réservoir surélevé	6
I-4 Réseau de distribution d'eau	8
I-5 les conduites de distribution	9
Chapitre II : la consommation d'eau sur le campus	11
II-1 Population du campus	12
II-2 Consommation moyenne journalière	13
Chapitre III : Détection et Evaluation des Fuites	18
III-1 Cause des fuites	19
III-2 les Méthodes de détection	21
III-3 Problèmes liés à la détection	26

III-4	Appareils de détection	27
III-5	Evaluation des fuites	28
	a - Choix du sous-secteur	29
	b - Mesures de nuit	30
III-6	Analyse des résultats	31

Chapitre : IV	Aspects économiques d'une éventuelle Réparation	33
---------------	--	----

Conclusion et Recommandation	38
------------------------------	----

Bibliographie	41
---------------	----

Annexe : 1	Consommation moyenne manuelle	43
Annexe : 2	Durée des débits in- cendie	45
Annexe : 3	Population par villa	46
Annexe : 4	Etat des compteurs au niveau des villas et studios	48
Annexe : 5	Appareils de détection de fuites commercialisés en Améri- que du Nord	50
Annexe 6	Evaluation des Fuites	52
Annexe 7	Mesures de nuit	53
Annexe 8	Relevés de Factures d'eau	54

Plan n° 1 Plan du réseau d'eau potable.

Plan n° 2 Plan du réseau avec emplacement des compteurs.

Avant - Propos

Aucun être humain, aucune animal, aucune plante, pas même le moindre arbuste : tel serait le tableau de la terre sans eau.

Son importance est telle qu'il n'existe pas un élément terrestre qui n'en contienne, ne serait-ce que l'eau de rétention.

Les Africains des territoires sahariens et sahéliens doivent lutter et consacrer souvent la majeure partie de leur temps simplement à assurer leur propre alimentation en eau et celle des troupeaux qui les font vivre.

Ils doivent faire appel aux nappes souterraines qui seules sont susceptibles de leur assurer en toutes saisons leur besoin en eau. Ces nappes aquifères existent heureusement presque partout mais leur qualité, leur débit, leur quantité et leur profondeur présentent des caractéristiques très variables de sorte que leur exploitation pose des problèmes techniques de tous ordres, et les coûts relativement élevés de la construction de l'entretien et du fonctionnement des ouvrages hydrauliques.

Toute cette page peut être résumée par ces deux citations :

" Eau , tu es la plus grande richesse
qui soit au monde ... ,
.... mais tu es aussi la plus délicate... "

Saint-Exupéry (Terres des hommes)

" mais tu es souvent la plus difficile
à mettre à la disposition des hommes.... "

(Bulletin de L'OMM)

Chapitre I

Vérification et Reconstitution du

plan du réseau de distribution

d'eau du campus.

Comme nous avons eu à le signaler nous ne connaissons pas les données de base qui ont servi pour la conception du réseau. De plus, les premiers plans, c'est à dire ceux couvrant la phase I, ont perdus aussi, notre premier travail a été de reconstituer le plan du réseau de distribution d'eau.

Ne disposant que de quelques plans de la phase II, nous avons fait des enquêtes sur le terrain, auprès du responsable du château d'eau et de M^r Leclair, responsable du laboratoire d'hydraulique.

Nous avons eu recours à la radiesthésie pour retrouver les conduites et surtout la position des vannes.

Avant de passer à la description des différents éléments du réseau, définissons ce que c'est que la radiesthésie.

La méthode de radiesthésie

Faire de la radiesthésie, c'est rechercher à l'aide d'un instrument que l'on tient dans les mains, tels une baguette foucillee ou un pendule, n'importe quoi : une source d'eau nichée dans une étroite fissure, une canali-

sation ou un câble électrique enfouis sous terre.

Cette méthode sur le terrain, nous a permis de retrouver les conduites là où les baguettes se ^{sont} croisées ou de retrouver les vannes sous les pieds de l'utilisateur.

I.1. Description du réseau.

Le patrimoine immobilier de l'école polytechnique de Thies est composé de :

- dortoirs des élèves-ingénieurs (4 bâtiments R+2)
- dortoirs des soldats (1 bâtiment R+1)
- des villas pour les cadres (au total 51 villas et 24 studios)
- 1 Bâtiment (R+1) abritant le poste de commandement.
- des blocs académiques regroupant les salles de cours, bibliothèques, laboratoires, bureau des professeurs, imprimerie... etc...
- et des équipements sanitaires, sportifs

L'École possède un réseau d'assainissement avec une station d'épuration, et réseau de distribution d'eau potable, de même qu'un réseau d'eau d'arrosage.

L'eau consommée sur le campus provient de 2 sources :

- Une eau provenant d'un forage installé sur le campus (eau souterraine)
 - Une adduction d'eau sur le lac de Guiers (eau de surface.)
- Le forage étant présentement en panne, toute l'eau consommée provient du lac de Guiers.

Ces eaux arrivent à un réservoir semi-enterré où elles sont chlorées avant d'être pompées vers le réservoir surélevé d'où l'eau est redistribuée gravitairement à travers le réseau.

Le système de distribution d'eau est composé essentiellement de :

- le château d'eau qui comprend :
 - Un réservoir semi-enterré ;
 - Un poste de pompage ;
 - Un réservoir surélevé.
- les sources d'alimentation (eaux de surface et souterraine)
- le réseau de distribution.

I-2. les sources d'alimentation.

L'eau de surface nous vient du lac de Guiers ; elle arrive au réservoir

semi-enterré, à partir d'une adduction située à 200 mètres environ du château d'eau à travers une conduite de 8 pouces (200 mm environ).

L'eau du forage (actuellement en panne) est pompée d'un puits réalisé sur le campus, par une pompe électrique immergée qui envoie l'eau directement dans le réservoir semi-enterré situé à côté du forage.

I.3. le château d'eau.

a. le réservoir semi-enterré.

De capacité de 200 m³ environ (6,3 x 6,3 x 5,10) il a pour fonctions principales:
D'empêcher aux pompes d'aspirer l'air
De prévenir des coups de beliers qui pourraient survenir au démarrage ou à l'arrêt des pompes. (le coup de belier est une onde de pression, causée par une variation du régime hydraulique et se propageant dans l'eau et dans la conduite.)

b. le poste de pompage.

Il est équipé de 2 pompes qui co-

puissent l'eau du réservoir semi-enterré et la font monter au réservoir surélevé du château d'eau. Ce sont des pompes à moteur électriques installées sur une dalle immédiatement au-dessus du réservoir semi-enterré.

e - le réservoir surélevé.

L'aménagement de cette réserve d'eau potable est dû aux variations importantes de la demande en eau au cours de la journée mais également à la demande incendie. Son rôle est de :

- Uniformiser le débit de pompage bas niveau au cours de la journée.
- De faire face au cas d'urgence tels les incendies, les pannes d'électricité, les coupures de la SONEES.

De même dimensions que le réservoir semi-enterré ($6,3 \times 6,3 \times 5,10$), sa capacité est de 200 m^3 .

Il est constitué : (conforme Projet de Fin d'Étude. M. Dia)

- d'une réserve d'équilibre
- d'une réserve d'incendie

La réserve d'équilibre est le volume d'eau nécessaire pour répondre à la demande en eau lorsque celle-ci dépasse la con-

sommation journalière maximale. Ainsi, lorsque la demande en eau est supérieure à la capacité ou à l'arrivée d'eau du lac de Guiers, la différence entre cette demande et l'arrivée, est tirée de la réserve d'équilibre.

La réserve d'incendie est la réserve pour combattre une conflagration pouvant se produire au cours de la journée de consommation maximale étant donné que :

- le réseau de transport de l'eau, est conçu pour fournir le débit associé à la journée de consommation maximale,
- la réserve d'équilibre est supposée complètement exploitée le jour de consommation maximale ;

il est donc normal (voire nécessaire) de prévoir une réserve additionnelle pour la protection incendie.

Cette réserve incendie est fonction du débit et de la durée de l'incendie (voir annexe n°2).

I-4. le réseau de distribution d'eau.

Outre les éléments sus-cités, on distingue dans le réseau, trois types de vannes que sont :

- des vannes d'isolement
- des vannes à clapet
- une vanne d'altitude.

les vannes d'isolement servent à isoler ou à mettre hors service certains tronçons du réseau de distribution.

la présence de ces vannes dans les conduites de distribution, a pour but de faciliter l'exploitation du réseau en permettant d'effectuer des travaux d'inspection, de nettoyage et de réparation, tout en privant d'eau le plus petit territoire possible.

les vannes à clapet servent à limiter à une direction le sens d'écoulement dans une conduite.

la vanne d'altitude quant à elle, est placée à l'entrée du réservoir surélevé la pression exercée par la colonne d'eau (réservoir) règle l'ouverture ou la fermeture de la vanne évitant le débordement du réservoir.

I.5. les conduites de distribution.

A l'intérieur du réseau de distribution d'eau, on distingue différents types de conduites, d'après leur fonction et pratiquement d'après leur diamètre. On rencontre des conduites maîtresses, secondaires et mineures.

les conduites maîtresses, sont celles qui relient le château d'eau au canal du lac de Guiers et le château d'eau aux groupes de bâtiments.

les conduites secondaires sont raccordées aux conduites maîtresses avec lesquelles elles forment un réseau maillé.

les conduites mineures quant elles, assurent l'alimentation des différentes villas.

le réseau contient également des poteaux d'incendie à trois bouches.

le plan du réseau ainsi reconstitué (con-jeré le plan du réseau d'alimentation de l'EPT) a une ossature du type maillé. Ceci offre des avantages hydrauliques particulièrement intéressants puisque il permet l'alimentation à un point de plusieurs directions (confirmer plan d'ossature du réseau plan n°1)

Par ailleurs, on est en présence d'un système avec pompes et emmagasinement, caractérisé par la présence d'un poste de pompage, d'un réservoir servant à combler la différence entre la demande en eau et la capacité de production de l'usine de production du lac de Guiers. Notre système de distribution présente de nombreux avantages tels que :

- la pression est uniforme.
- une réserve d'eau disponible en cas d'incendie.
- un débit de pompage uniforme.
- le réservoir 'élevé' assure une alimentation par gravité en cas de panne d'électricité.

On peut se demander quels sont les avantages de ce système sur un système fonctionnant avec pompes seulement. Un tel système aura pour conséquences :

- un emmagasinement nul intégré au réseau ;
- les pompes seront sujettes à de grandes variations de débit d'où la nécessité d'augmenter éventuellement le nombre de pompes pour assurer un rendement maximal de ces pompes ;
- opération délicate du poste de pompage.
(le départ et l'arrêt des pompes nécessitant une surveillance étroite.)
- les fluctuations de pression peuvent entraîner des fuites plus considérables dans le réseau à cause des hautes pressions qui peuvent exister à certains moments.

Chapitre II .

La Consommation d'eau sur le
campus .

Après la reconstitution du plan de réseau de distribution d'eau potable sur le campus, le chapitre qui suit, traitera de la consommation d'eau sur le campus.

Il sera divisé en deux paragraphes :

- la population au réseau des résidences et du campus,
- la consommation moyenne journalière.

II-1. la population du campus.

Dans le but de déterminer la consommation moyenne journalière par habitant, nous avons entrepris un recensement général de la population du campus.

En effet, les services de l'effectif n'ont pas pu nous communiquer le nombre de personnes résidant sur le campus. Ce travail de recensement a donné les résultats suivants :

(A l'annexe n°3, on trouve un tableau donnant le nombre de personnes par villa.)

- Elèves - ingénieurs : 166.
- Encadrement militaire : 158
- Résidence des cadres : 213 dont 45 bonnes et jardiniers, 54 personnes âgées de moins de 16 ans et 114 adultes et plus de 16 ans.
- Personnel civil : 58.
- Nettoyage et divers : 45

L'estimation de la population totale du campus pose un peu de problèmes à cause surtout du personnel temporaire.

Nous avons donc considéré dans nos calculs que toute personne passant au moins 7 heures de temps de la journée sur le campus est considérée comme résidant permanent.

Ainsi la population du y campus est estimée à 550 personnes environ. En guise de comparaison avec les années précédentes, la population du campus était estimée à :

Année	Population.
1977 - 1978	591
1978 - 1979	601
1979 - 1980	611
1980 - 1981	621
1981 - 1982	631
1982 - 1983	640
1983 - 1984	650

Source : Projet de Fin d'étude de M. Dia
année 1983-1984.

II-2. la consommation moyenne journalière

En 1987, notre facture d'eau s'élevait à la somme de 37.053.364 Francs CFA (Source SONEES; Annexe.8), pour un cubage de

de 128.551 m³ d'eau; ainsi durant ces 3 dernières années, l'E.P.T a payé en moyenne 41,4 Millions de FCFA de factures d'eau pour le cubage moyen annuel de 146.998 m³ soit pour une population de 350 personnes, une moyenne journalière de 735 litres/jour/habitant alors que la moyenne du secteur rural est de 7 litres/habitant/jour et celle des cap-vert de 110 litres/jour/habitant. (source: SONEES; en 1981).

Cette forte consommation que nous appellerons "consommation théorique" nous paraît trop excessive aussi avons nous décidé de déterminer la "consommation réelle" sur le campus.

Dans cette optique nous avons décidé de déterminer la consommation par secteurs mais seuls les villas des cadres disposent de compteurs individuels.

Après une visite du secteur choisi, nous avons constitué un échantillon de 25 villas et 7 studios. (voir détails à l'annexe: n°1)
Chacune des villas et chaque studio, disposent d'un compteur additionnel en bon état.

La période de mesure se' est étendue du 7 janvier au 15 avril.

les moyennes suivantes ont été dégagées :

- Mois de Janvier : 497 litres / habitant / jour
- Mois de Février : 509 litres / habitant / jour
- Mois de Mars : 654 litres / habitant / jour
- Mois d'Avril : 680 litres / habitant / jour

On remarque une variation entre les moyennes mensuelles ; cela s'explique bien car les mois de faible consommation, janvier et Février, sont des mois relativement froids et les mois de forte consommation, Mars et Avril, sont plus chauds que les 2 premiers. On remarque également une grande différence entre la consommation au niveau des villas et des studios et d'une villa à l'autre. d'où une moyenne journalière de :

$$\frac{497 \times 24 + 509 \times 29 + 654 \times 31 + 680 \times 15}{24 + 29 + 31 + 15} = 553$$

de 553 litres/jour/habitant.

Le tableau suivant nous donne la consommation de certaines grandes villes.

Amsterdam	177 litres/hab.-d
Athènes	129 litres/hab.-d
Belgrade	248 litres/hab.-d
Berlin-Est	293 litres/hab.-d
Berlin-Ouest	286 litres/hab.-d
Berne	400 litres/hab.-d

Brasilia	500 litres/hab-d
Bratislava	348 litres/hab-d
Bruxelles	132 litres/hab-d
Casablanca	120 litres/hab-d
Copenhague	215 litres/hab-d
Dublin	227 litres/hab-d
Helsinki	404 litres/hab-d
Istanbul	156 litres/hab-d
Lisbonne	160 litres/hab-d
Londres	263 litres/hab-d
Madrid	305 litres/hab-d
Milan	530 litres/hab-d
Noscon	600 litres/hab-d
New York	675 litres/hab-d
Oslo	593 litres/hab-d
Paris	500 litres/hab-d
Rabat	200 litres/hab-d
Stockholm	375 litres/hab-d
Varsovie	235 litres/hab-d
Venise	180 litres/hab-d
Vienne	300 litres/hab-d

Source: Tribune du CEBEDEAU.

Septembre 1976, page: 321.

Au vue de ce tableau, seuls 3 grandes villes nous dépassent en consommation d'eau.

Bien qu'inférieurs aux 780 l/j.hab.

qui nous sont facturés, la consommation moyenne par habitant demeure toujours élevée.

En effet au cours de nos mesures, nous avons remarqué que l'arrosage des pelouses sur le campus, est assuré avec l'eau d'alimentation malgré la présence des robinets branchés sur le réseau d'arrosage : Des mesures effectuées sur une villa inhabitée et où l'on prend l'eau ^{d'alimentation} pour l'arrosage d'une pelouse, nous ont donné 940,5 m³ d'eau soit en moyenne 9,5 m³/jour pour l'arrosage de pelouses.

Entre 555 litres/j.hab en moyenne et 735 litres/hab.j de moyenne journalière facturée, la différence est considérable : Aussi peut-on se permettre de se demander où passe la différence constatée ?

Chapitre III

Détection & Evaluation

des Fuites

Dans le chapitre précédent, nous avons mis en évidence l'écart entre la consommation facturée et la consommation observée sur le campus. Aussi peut-on se demander où peuvent se situer les fuites et à combien s'élèvent-elles ?

III-1 Causes des Fuites.

Les causes de fuite peuvent varier suivant la nature du sol, la qualité de la construction, les matériaux utilisés, la pression et l'entretien.

En ce qui concerne les conduites, on peut rencontrer des fuites à des ruptures par sectionnement franc, écrasement ou encore par fissure longitudinale.

Le sectionnement est généralement dû aux vibrations causées par les charges appliquées en surface ; ceci est très fréquent dans le roc.

L'écrasement résulte le plus souvent d'une mauvaise construction ; on le détecte généralement dès la première inspection.

la fissure longitudinale peut résulter d'une fatigue de conduite, d'un défaut de fabrication ou de coup de bélier

les conduites peuvent être le siège d'une corrosion suffisante pour entraîner des perforations. Ces perforations se manifestent généralement par groupes; elles ne sont visibles de l'extérieur que dans leurs phases ultimes lorsqu'elles percent de part en part la paroi de la conduite.

les joints entre les conduites peuvent également être à l'origine des fuites: c'est le cas des joints mécaniques mal serrés.

les vannes quant à elles ne sont pas considérées comme des sources fréquentes de fuites au contraire des raccords, les entrées de service et les conduites privées qui peut également être à l'origine de bon nombre de fuites et ainsi totaliser d'important débits.

les boîtes de service installées sans le mauvais sens et laissant

ainsi l'eau de la conduite de distribution se drainer lorsqu'elles sont fermées, soit également une source fréquente de fuites. Il en est de même des drains des bornes d'incendie.

On peut également mentionner quelques problèmes de pertes qui ne sont pas, par définitive, des fuites, mais qui ressortent lors des campagnes de détection. Il s'agit des purges, des trop pleins de réservoirs et d'une façon générale, de tous les raccordements entre le réseau de distribution d'eau et les réseaux d'égout. (Ces pertes peuvent atteindre des débits très importants à tel point qu'ils peuvent dépasser le débit des fuites elles-mêmes).

III-2. Les Méthodes de détections des fuites.

Les méthodes de détections utilisées en Amérique du Nord, sont toutes basées sur le bruit émis par les fuites. L'écoute du bruit causé par la fuite, peut se faire soit par contact direct avec la conduite et tout ce qui y est raccordé (entrées de service, vannes, bornes

bombes d'incendie), soit par écoute sur le sol.

Le bruit de la fuite résulte du choc des molécules d'eau entre elles, de leur frottement contre les parois de l'orifice, de la fuite ou finalement du choc de l'eau sur le terrain.

Les principes suivants ont été admis:

- L'importance du mois pour les conduites métalliques, des bruits ayant comme origine la mise en vibration de la conduite par le frottement sur les parois de l'orifice de fuite; pour ce bruit, il y a relation directe entre la puissance du bruit et l'énergie cinétique de l'eau de fuite. La relation entre le bruit et le débit de fuite ou la pression est cependant plus délicate.
- le choc des molécules d'eau entre elles, produit un bruit caractéristique entre 1000 et 3000 Hz, dont l'amplitude varie avec la force du jet.
- le choc de l'eau contre le sol produit un bruit qui n'est pas caractéristique et peut même se produire sans

aucun bruit dans le cas d'une cassure franche.

les méthodes suivantes sont en cours d'expérimentation en Amérique du Nord et en Angleterre : (source : Guide Technique de l'étude des Fuites. Ministère de l'environnement du Québec.)

- Intercorrelation de signaux.

le principe appliqué est le suivant : le bruit est capté par deux (2) microphones en deux points de la conduite. Un appareil calcule pour chaque position, l'intercorrelation et l'écart entre les deux signaux ; s'il y a une source stable de bruit, la fonction d'intercorrelation sera non nulle pour le retard qui compense la différence des délais de transmission acoustique entre la source et les deux points d'écoute ; l'apparition sur un écran ou une table traçante de cette valeur non nulle, signale qu'il y a une source donc probablement une fuite. la comparaison des retards observés pour différents points successifs, permet de localiser la fuite. la méthode testée en Grande Bretagne a donné de bons résultats qui semblent attester que la transmission du bruit de fuite se fait bien à la vitesse de

propagation du son dans l'eau.

- Injection de gaz.

La détection par injection de gaz non toxique, protoxyde d'azote N_2O ou l'hexafluorure de soufre SF_6 , s'applique surtout au cas des réseaux d'aqueduc.

Ce gaz, relativement bon marché est injecté sous pression dans la conduite et maintenu à la pression de service. Le mélange eau- SF_6 repasse à l'état gazeux (étant insoluble à la pression atmosphérique); L'appareil de détection comportant une sonde, une cellule de détection, un siège d'un circuit d'électrons émis par une source radioactive au travers d'un gaz vecteur et un galvanomètre; L'appareil est introduit dans des trous creusés (de faible diamètre), à quelques mètres de distance, le long de la conduite. La lecture et l'exploitation des indicateurs du galvanomètre, permettent de localiser la fuite.

- Utilisation de l'Infrarouge.

On prend des photographies ai-

riennes dans des couleurs de fréquences appropriées, notamment dans le domaine de l'infrarouge ; ceci permet de dévoiler les zones de températures différentes résultant des fuites artificiellement créées pour les besoins de la cause.

Ces techniques de photo-interprétation sont relativement efficaces pour les conduites d'aménages dans les zones rurales mais elles sont difficilement applicables en zone urbaine.

- Le Bouchon de mousse

L'envoi dans la conduite d'un bouchon de mousse, a été également expérimenté par le Water Research Center en Angleterre. La pression de la canalisation enregistrée pendant l'opération, varie au passage de chaque joint de chaque appareil, de chaque soude. Elle s'élève brusquement lorsque le bouchon de mousse atteint la fuite. De la même façon, le débit est diminué après le passage du bouchon au niveau de la fuite ; il suffit alors de localiser précisément le bouchon de mousse pour localiser la fuite.

III-3. Problèmes liés à la détection

Comme nous l'avons ci-dessus mentionné toutes ces méthodes sont basées sur l'écoute des bruits.

Mais cette écoute de bruits, soulève plusieurs problèmes dont celui de leur transmission et de la présence de bruits parasites.

Dans le cas d'écoute directe au sol, le bruit s'affaiblit en fonction de la distance de la fuite. Il s'affaiblit plus dans les sols comme le sable (surtout si une nappe d'eau souterraine est présente) que dans le roc qui transmet bien.

Dans le cas d'écoute sur conduite, l'amortissement croît avec la taille de la conduite. Le matériau joue également un rôle puisque le plastique et le ciment amianté transmettent beaucoup moins que la fonte ou l'acier.

Dans les deux cas d'écoute, il existe de nombreux bruits parasites comme ceux de la circulation, de la pluie et ceux induits par des appareils reliés au

au réseau comme les compteurs, les pompes...
Ces bruits sont évidemment réduits la nuit ; aussi c'est la période la plus favorable à la détection.

III-4. Appareils de détection.

Les appareils généralement utilisés (voir annexe n°5) visent tous à permettre à l'opérateur une écoute des bruits captés sur le sol ou sur la conduite.

Dans les cas plus simples, il s'agit d'appareils strictement mécaniques, de type stéthoscope, alors que la plupart ont maintenant une amplification électrique. Certains ont un filtre qui permet d'éliminer les fréquences correspondant aux bruits parasites ; d'autres disposent d'un indicateur qui permet à l'opérateur de visualiser l'intensité des bruits qu'il entend.

Notons surtout que l'expérience de l'opérateur est l'élément le plus déterminant de l'efficacité de la détection. Le degré de complexité des appareils peut cependant être intéressant, s'il permet d'éliminer suffisamment les bruits parasites pour pouvoir travailler le jour.

III-5. Evaluation des Fuites.

L'application des méthodes de détection sus-citées, s'avèrera très onéreuse pour notre projet. Ainsi avons nous préféré la méthode de la comparaison des débits journaliers "théoriques" et "réels" avec vérification par les mesures de nuit.

Cette méthode consiste à :

- diviser le réseau en secteurs et sous-secteurs;
- installer au niveau de chaque émission ou bâtiment du sous-secteur, un compteur et un autre compteur à l'amont du sous-secteur;
- chacun des secteurs ou sous-secteur désignés doit être alimenté par une conduite principale sur laquelle on pourra installer le compteur devant se situer à l'amont du réseau;
- Prendre des mesures aux compteurs tous les matins.

Cette évaluation pourrait se faire facilement si chacun des bâtiments avait son propre compteur mais comme nous l'avons déjà souligné, seules les villas des cadres ont chacune un compteur additionnel; alors pour des raisons techniques (absence de compteur de diamètre $\phi 200$) et des

raisons d'ordre financier (le budget alloué au projet de Fin d'études est insuffisant pour couvrir les dépenses qu'engendrerait l'installation de compteurs sur niveau de chaque conception.); les mesures n'ont pu être faites qu'au niveau d'un sous-secteur.

a - le choix du sous-secteur.

A l'aide du plan du réseau (conferer plan n°2) et d'après les informations obtenues auprès du responsable du château d'eau sur la qualité de la construction, la fréquence et la nature des bris, le secteur couvrant la phase II est choisi.

Il se subdivise en deux sous-secteurs:

- le sous-secteur phase II : bâtiments académiques;
- le sous-secteur phase II : résidences des cadres et studios.

C'est sur ce dernier sous-secteur que les mesures ont été faites.

Ce sous-secteur est alimenté par une conduite principale de 8 pouces

(200 mm environ) et deux conduites secondaires de 4 pouces (100 mm environ) les compteurs sont installés sur ces 2 conduites principale (voir plan n°2)

Les mesures lues les deux compteurs situés à l'avant constituent la consommation théorique des sous-secteur et la consommation réelle est comptabilisée à partir des mesures effectuées sur les compteurs des villas et studios.

Les résultats de cette évaluation figurent à l'annexe : n°6.

b. les mesures de nuit.

On a procédé des mesures de nuit pour fin de vérification des résultats obtenus grâce à la première méthode.

Les mesures ont été faites à 3^h et à 5 heures du matin. Ces mesures sont comparées à un estimé de la consommation de nuit des villas.

Dans les références (Les Fuites dans les Réseaux de Distribution ; page 14) on recommande de prendre 15 pour cent du débit

moyen journalier pour les résidences est
de dire environ 1 litre par personne.

Les résultats de ces mesures de nuit
figurent à l'annexe n° 7.

III-6. Analyse des Résultats.

Les résultats des mesures effectuées nous
donnent des pourcentages de fuites d'eau, variant
entre 8,4% et 16,4% avec une moyenne de
13,3% soit près de 5,8 m³ d'eau perdue par jour
pour ce secteur.

En guise de comparaison avec les valeurs
du tableau suivant:

Tableau tiré de "Fuites dans le Réseau de Distribution d'Eau"
page 16

Niveau des fuites pour quelques municipalités
du Québec.

	<u>Population</u>	<u>Fuites évaluées</u>
Laval	240.000	51%
Quebec	200.000	40%
Sillery	12.000	40%
Saint-Foy	70.000	40%
Quebec-métro	500.000	34%
Cornwall	6.500	50%

Cette comparaison est difficile vue

la petite taille de notre sous-secteur : les 13,3% de fuites en moyenne sont énormes pour un réseau alimentant 150 personnes environ. Par ailleurs les estimations de fuites par des mesures de recit s'élevaient à 51,8% en moyenne ceci montre bien la grande proportion du phénomène.

Avec ce pourcentage élevé de fuites, on peut se demander quelle est la situation au niveau du second sous-secteur phase II bâtiments académiques. En effet l'eau qui s'échappe des conduites par les fuites peut miner la tranchée et entraîner les matériaux d'assises : il y a alors affaissement du terrain et cela peut causer des dommages au niveau des constructions du secteur.

les trop fréquents remplissages de la fissure ne seraient-ils pas liés aux fuites d'eau ?

les résultats de ces mesures appellent beaucoup d'autres questions mais quels conséquences économiques entraînera une éventuelle réparation des fuites.

Chapitre : IV.

Aspects économiques d'une
éventuelle réparation

la détection des fuites doit nécessairement être accompagnée par leurs réparations. Les calculs de rentabilité consistent à comparer les coûts variables de la production d'eau, avec les coûts de détection et réparations des fuites.

En ce qui concerne les réparations, elles vont consister :

- 1 - au nettoyage et au calibrage de tous les compteurs existant au niveau du campus.
- 2 - à la réparation des robinets défectueux et des chasse-eaux présentant des fuites
- 3 - à la construction de regard pour protéger les vannes contre les intempéries pouvant causer la corrosion des organes.
- 4 - à l'installation des compteurs au niveau des différents secteurs pour contrôler les débits sur tout le campus.
- 5 - au remplacement du compteur ($\phi 80$) installé au niveau de l'adduction sur le canal du Lac de Guiers, par un compteur de diamètre ($\phi 100$).
- 6 - à la remise en état du forage.

Les coûts associés à ces différents travaux se présentent comme suit :

- les parties - 1. et - 2., peuvent être réfectionnées avec le concours du service de la maintenance et entretien de l'école ; donc sans le

moindre coût.

- la partie 3- occasionnerait une dépense s'élevant à Mt. 327 FCFA par regard. (confer Factures de la SONEES pour Travaux de pose de compteurs sur réseau à effectuer à L'E.P.T...)

Une étude plus approfondie de cette réparation permettra, à coup sûr, (en fournissant les manœuvres par exemple) permettra de réduire de près de 40% ce coût.

- la partie -5- coûterait 324.082 FCFA (Confer. Facture ci-dessus mentionnée)

- le coût associé à la partie 6 est actuellement à l'étude (Etudes faites par M^{rs} G. LECLAIR)

les coûts associés à ces différents travaux, paraissent élevés ; mais voyons d'abord ce qu'on pourra en tirer.

- la réparation des points -1-, -2- et -4-, permettra une quantification plus exacte des fuites d'eau dans le réseau et leurs conséquences.

les avantages à tirer de cette réparation, bien que difficiles à évaluer, sont très visibles si l'on sait que plus de 5 m³ d'eau s'infiltrent dans le sol (cette quantité n'est due qu'au seul secteur où les mesures ont été faites) alors le sol de fondation des constructions est composé de marnes calcaires ;

- la réparation du point 5 permettra à l'école

d'économiser plus de 2 millions de nos francs par an sur ses dépenses d'eau. (voir annuaire.)

- Quant à la réhabilitation du forage il apparaît comme le seul issu pour la réduction de nos factures d'eau. En effet le forage de l'école assurait pour près de 80% l'alimentation en eau potable du campus, et des études antérieures menées par Feu M. DIA ont montré que l'exploitation du forage nous coûtera 4 fois moins cher que l'eau du Lac de Guiers.

Les menus de réparation porteront aussi sur l'entretien des pelouses :

- la station d'épuration, qui existe depuis la création de l'école, est conçue pour recycler les eaux usées du campus et fournir toute l'eau nécessaire à l'arrosage des pelouses. Malgré les recommandations ressorties du projet de Fin d'Etude de l'ingénieur Antoine D. Thiauw sur l'entretien de la station, les installations de la station sont laissées dans un état de délabrement tel que la station n'arrive plus à répondre aux attentes de la population du campus. Il fut alors décidé d'arroser les pelouses avec l'eau d'alimentation, c'est à dire avec l'eau venant du Lac de Guiers à un prix préférentiel accordé par la SONEES. Ainsi à partir de 1980 (Août 1980) on a commencé par arroser avec cette eau. (ce tarif maraîcher est actuel...)

lement de 48, 21 Frs contre 283, 92 Frs pour le tarif normal voire 327, 08 Frs quand le seuil de consommation autorisée pour le compteur (ϕ 80) est dépassé. (Ceci est fréquent à l'ERT). En consultant les factures d'eau de l'École, on est étonné de voir que la quantité d'eau payée par l'école pour l'arrosage est très inférieure à la quantité d'eau d'alimentation ; ceci s'explique par le fait que et au niveau des résidences et pour l'arrosage des pelouses, c'est l'eau d'alimentation qui est utilisée : ce qui nous revient plus cher. Il faut donc sensibiliser toutes les personnes résidant sur le campus afin d'éviter ce gaspillage d'eau observé.

Ces quelques points soulevés dans ce chapitre montrent bien les retombées économiques avantageuses pour l'École pour la réparation des fuites d'eau.

Conclusion & Recommendations

On retiendra de cette étude que :

- La consommation unitaire de l'École (555 litres/habitant.jour) est des plus élevées du Sénégal.

- L'analyse du système d'approvisionnement a montré qu'on a intérêt à réhabiliter le forage qui assurait à près de 80% notre alimentation en eau, et dont le coût d'exploitation est 4 fois inférieur au coût de l'eau provenant du lac de Guiers.

- le système de distribution avec une ossature maillée et fonctionnant avec pompes et emmagasinement en réservoir surélevé, présente beaucoup d'avantages.

- il existe de fortes fuites énormes dans le réseau de distribution d'eau ; ces fuites doivent être réparées dans les plus brefs délais afin d'éviter de fâcheuses conséquences pour les bâtiments du campus.

- le gaspillage de l'eau à travers l'arrosage est à proscrire afin de rationaliser les dépenses de l'École.

Il apparaît donc qu'on peut

améliorer, en rationalisant la consommation en eau de l'École; cette rationalisation passe par :

- la réparation des joints d'étanchéité surtout au niveau des chasses-eaux et des robinets défectueux.
- l'utilisation pour l'arrosage de l'eau prévue à cet effet.
- à éviter d'arroser entre 10^h et 16^h afin de réduire l'évaporation de l'eau.
- à équiper tous les bâtiments ou secteurs de compteurs afin de procéder à des campagnes de mesures pour détecter ou contrôler l'état des fuites dans le réseau.
- à réactiver le forage et établir un programme d'entretien du réseau; programme qui sera méticuleusement respecté.
- à tenir un cahier où seront compilées toutes les réparations effectuées sur le réseau (le jour, la date, la nature de la réparation ...).
- à l'établissement d'un tarif pour la consommation d'eau au niveau des villas afin d'éviter de pénaliser les moins gros consommateurs.
- une campagne de sensibilisation et d'information de tous les habitants du campus.

Bibliographie.

- 1 - La distribution d'eau dans les Agglomérations Urbaines et Rurales.
2^e édition. C. Gomella et H. Guerin
EDITIONS EYROLLES.
- 2 - Hydraulique Urbaine. Tomes I et II.
André Dupont.
EDITION EYROLLES. Paris 1977
- 3 - Collecte et évacuation des Eaux usées.
des Collectivités.
J. AOKUN PONGHIS
- 4 - Sénégal - Hydraulique. (Ministère) Alimentation
en eau potable de 11 centres secondaires au
Sénégal : Etude d'exécution.
Rapport fin de mission I - II - Thiers.
IGIP. 1982
- 5 - La gestion d'un service des eaux
Publication du Comité Interafricain d'Etudes
hydraulique. (CIEH) 1969.
J. R. Vaillant.
- 6 - Notes de Cours d'hydraulique Urbaine
de R. Labonie & G. Patry
- 7 - Les Fuites dans les Réseaux de distribution d'eau
Problèmes et solutions (Ministère de l'environnement
du Québec.)

Annexes:

Annexe n°1: Consommation moyenne mensuelle
 (consommation moyenne par personne: m³/h.t.)

N°Villa	nbre de personnes	Janvier	Fevrier	Mars	Avril
1	6	0,94	0,62	0,872	1,04
5	2	1,58	1,97	1,84	0,58
6	1	0,23	0,28	0,49	0,23
7	3	0,53	0,55	0,55	0,53
8	3	0,714	0,93	0,32	0,72
9	5	0,42	0,804	0,80	0,72
10	2	0,69	0,72	0,75	0,78
11	6	0,93	0,97	0,95	1,03
12	5	0,52	0,57	0,75	0,72
14	2	1,05	1,56	1,25	0,45
15	10	0,34	0,34	0,43	1,04
16	3	0,20	-	0,67	0,00
18	5	0,86	0,94	1,36	1,45
20	3	0,89	1,03	1,25	2,19
21	7	0,43	0,37	0,52	0,59
22	10	0,01	0,09	0,15	0,35
25	5	1,57	1,44	1,23	1,44
26	7	0,84	0,31	0,34	0,84
27	7	0,94	0,39	0,71	0,94
28	13	0,31	1,28	0,86	0,41
33	10	0,13	0,15	0,12	0,30
34	2	0,60	0,00	0,44	0,85
36	4	0,20	0,17	0,25	0,35
44	2	0,42	0,38	0,54	0,51
45	7	0,64	0,47	0,95	1,05

Annexe n° 1 : suite .

N° Station	Nbr de personnes	Cons. moy Janvier	Fevrier	Mars	Avril
4	2	0,10	0,08	—	0,10
8	1	0,43	0,25	0,17	0,40
16	1	0,10	0,12	0,22	0,25
19	2	0,14	0,05	—	0,15
20	2	0,47	0,41	0,21	0,48
21	1	0,26	0,20	0,27	0,29
22	2	0,10	0,10	0,10	0,15

Annexe no 2 : Durée des débits incendies

Débit d'incendie en litre/seconde.	Durée en heures.
665	10,00
600	9,10
550	8,20
500	7,40
450	6,60
400	5,95
350	5,05
300	4,25
275	3,85
250	3,47
225	3,07
200	2,67
150	2,00

Débit minimum : 30 litre/s ; durée 2 heures
de design

tirés des Notes de Cours de :

Roger Labonte

Gilles Patry

E.P.M

Hydraulique Urbaine. (page 136)

Annexe n°3. Le Point sur la population. (en 20 familles
1988)

N° Villa	les moins de 16 ans	les plus de 16 ans	les aides ménagères	n° Villa	les moins de 16 ans	les plus de 16 ans	les aides ménagères
1	2	2	2				
2	4	2	1	27	1	4	2
3	3	3	1	28	7	5	1
4	-	1	1	29	-	-	-
5	-	1	1	30	5	4	1
6	-	1	-	31	-	-	-
7	-	2	1	32	-	-	-
8	1	2	1	33	5	3	2
9	2	2	1	34	-	1	1
10	-	1	1	35	2	4	-
11	2	3	1	36	-	3	1
12	2	2	1	37	-	2	1
13	-	-	-	38	1	3	1
14	-	1	1	39	-	3	1
15	4	5	1	40	-	2	1
16	-	2	1	41	1	2	1
17	-	1	1	42	-	1	1
18	1	3	1	43	-	1	-
19	4	2	1	44	-	2	1
20	1	1	1	45	2	3	2
21	3	3	1	46	-	1	1
22	7	2	1	47	-	2	1
23	-	-	-	48	-	-	-
24	-	-	-	49	-	-	-
25	2	2	1	50	3	3	1
26	3	2	1	51	3(7)	5	-

Annexe n°3 (suite).

N° Studio	les moins de 10ans	les plus de 10ans	les aides ménagères
1	-	-	-
2	-	1	-
3	-	1	1
4	1	1	1
5	-	1	1
6	-	1	-
7	-	-	-
8	-	1	1
9	-	1	1
10	-	1	1
11	-	1	1
12	-	-	-
13	-	1	-
14	-	-	-
15	-	-	-
16	-	1	-
17	-	1	-
18	-	-	-
19	-	1	1
20	-	1	1
21	-	1	-
22	-	1	1
23	-	1	1
24	-	1	1

Annee n°4 : Etat des compteurs au niveau
des villas et studios.
(au 20 janvier 1988)

N° Villa	Etat des compteurs	N° Villa	Etat des compteurs
1	bon état	26	bon état
2	ne marche pas	27	bon état
3	"	28	bon état
4	bon état	29	ne marche pas
5	"	30	"
6	"	31	inhabité
7	"	32	inhabité
8	"	33	bon état
9	"	34	ne marche pas
10	"	35	"
11	"	36	bon état
12	"	37	ne marche pas
13	ne marche pas	38	"
14	bon état	39	"
15	"	40	"
16	"	41	"
17	ne marche pas	42	"
18	bon état	43	bon état
19	ne marche pas	44	"
20	bon état	45	"
21	bon état	46	ne marche pas
22	bon état	47	"
23	inhabité	48	inhabité
24	inhabité	49	bon état
25	bon état	50	ne marche pas
		52	ne marche pas.

Annexe n°4 : Stat des comptes au
(Suite) (niveau des studios

(au 20 Janvier 1993)

N° Studios	Stat des Comptes
1	en bon état
2	en bon état
3	ne marche pas
4	en bon état
5	ne marche pas
6	cassé.
7	(inhabité)
8	bon état
9	ne marche pas
10	ne marche pas
11	ne marche pas
12	en bon état
13	ne marche pas
14	en bon état
15	(inhabité)
16	en bon état
17	en bon état
18	cassé
19	bon état
20	bon état
21	bon état
22	bon état
23	bon état
24	cassé.

Annexe n°5 appareils de détection de
Fuites commercialisés en
Amérique du Nord.

- Fabricant: Nissho Kogyo Co LTD
Tokyo Building 3-16-4 Chiyodaku Tokio

Modèle: NST - 025W

Caractéristiques: dimensions 170mm x 170mm x 100mm.
poids 1300g. Sensibilité 70 à 2000 Hz.

Principe: micro, amplificateur transistor, écouteurs;

Alimentation: 4 piles de 9V.

indicateur analogique d'intensité de bruit.

- Fabricant: Metrotech, Mountain View, Californie

Modèle: Metrotech 200L

Caractéristiques: dimensions 30 cm x 20 cm x 10 cm
poids 2700g; sensibilité 40 à 500 Hz

Principe: Micro, amplificateur transistor, écouteurs
sélecteurs de filtre.

Alimentation: 9V

- Constructeur: Metra Corp., P.O. Box 43, 32 Busher Lane
Elmwood Park, N.J. 07407.

Modèle: Terraphone.

Caractéristique: dimensions diamètre 10 cm,
tubes plastiques et écouteurs; poids: 3800g.

Sensibilité: selon l'opérateur.

Principes: capteur et écouteurs mécaniques

- Fabricant : Hermann Sewerin
4, 83 Gmlsloh/Brd Pfatzer Str 2, Postfach
2940.

Modèle : 80N-I-KIT

Caractéristiques :

Dimensions : 27,5 cm x 10 cm x 15 cm.

poids 2600g.

Sensibilité : 20 à 8000 Hz

Principe : Micro, amplificateur transistor, écouteurs
filtrage ajustable.

Alimentation : 8 piles 1,5 V, type C, indication de
charge. 1 microphone écoute au sol (surface
pavée), 1 cône pour écoute au conduit.

- Fisher Company Laboratory Division of FRL INC
P.O. Box 490. Belmont, California 94002.

Modèles : Fisher LT-10

Fisher LT-15

Caractéristiques :

Dimensions : 17,5 cm x 27,5 cm x 9,6 cm.

poids 2000g.

Sensibilité 30 à 10.000 Hz (accusé pour LT-15)

Principe : Capteur et écouteurs, amplificateur,
filtre.

Annexe n° 6 : Evaluation des fuites .

N° Villa or Studio	Consommation (m³)						
	1 ^{er} jour	2 ^e jour	3 ^e jour	4 ^e jour	5 ^e jour	6 ^e jour	7 ^e jour
Compteur n° 2	28,3	29,7	28,8	28,3	27,8	33,8	36,4
Compteur n° 2	15,0	14,5	11	13	10	17,4	18,2
Villa n° 33	2,07	2,4	2,3	2,1	2,2	2,6	2,40
" n° 34	0,88	0,93	1,0	1,2	1,0	1,3	1,35
" n° 35	3,6	3,8	4,0	4,6	3,2	4,2	4,40
" n° 36	0,93	0,81	1,1	1,2	0,8	1,6	2,00
" n° 37	0,6	0,4	0,3	0,35	0,25	0,55	0,50
" n° 38	1,53	1,32	1,6	2,05	1,85	2,20	2,60
" n° 39	4,73	4,6	4,9	4,2	4,50	4,8	4,85
" n° 40	0,47	0,65	0,6	0,55	0,40	1,0	0,80
" n° 41	1,47	1,4	1,03	1,4	2,40	1,80	2,10
" n° 42	0,85	0,60	0,60	0,65	1,40	1,80	2,60
" n° 43	0,87	0,75	0,60	0,60	0,80	0,35	0,90
" n° 44	1,96	1,85	1,6	2,50	2,6	2,60	2,60
" n° 45	2,57	1,72	1,85	2,30	1,30	2,00	2,40
" n° 46	0,3	0,35	0,25	0,20	0,40	0,40	0,40
" n° 47	0,92	0,85	0,50	0,40	0,40	0,87	0,90
" n° 49	0,2	0,25	0,06	0,00	0,00	0,20	0,20
" n° 50	4,23	3,25	3,30	4,10	4,20	4,50	4,80
" n° 51	5,5	5,9	4,90	4,95	5,30	5,6	5,75
Studio n° 2	0,2	0,24	0,14	0,10	0,16	0,2	0,25
" n° 3	0,17	0,20	0,21	0,10	0,11	0,15	0,20
" n° 4	0,19	0,17	0,16	0,16	0,22	0,18	0,12
" n° 5	0,27	0,20	0,18	0,18	0,19	0,18	0,14
" n° 6	0,20	0,27	0,22	0,19	0,20	0,20	0,21
" n° 8	0,18	0,20	0,23	0,20	0,17	0,22	0,20
" n° 9	0,27	0,23	0,21	0,18	0,16	0,22	0,31
" n° 10	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16	0,22	0,18
" n° 11	0,29	0,23	0,20	0,19	0,20	0,25	0,15
" n° 12	0,018	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06
" n° 13	0,18	0,20	0,20	0,18	0,10	0,15	0,20
" n° 14	0,17	0,22	0,19	0,17	0,16	0,20	0,21
" n° 16	0,27	0,29	0,18	0,22	0,22	0,28	0,29
" n° 17	0,25	0,27	0,28	0,22	0,22	0,30	0,28
" n° 18							
" n° 19	0,23	0,27	0,31	0,33	0,37	0,30	0,32
" n° 20	0,4	0,31	0,35	0,38	0,35	0,36	0,30
" n° 21	0,53	0,41	0,38	0,30	0,20	0,86	0,30
" n° 22	0,30	0,40	0,37	0,06	0,10	0,38	0,31
" n° 23	0,27	0,35	0,37	0,18	0,15	0,30	0,28
" n° 24	0,27	0,33	0,37	0,18	0,15	0,33	0,28
Consommation "telle"	57,308	37,65	35,18	35,88	34,63	43,15	45,64
	13,5%	16,8%	11,6%	12,3%	08,4%	15,7%	16,4%

Annexe n° 7 : Pluies de nuit.

Compteur n°1 m ³ /heure	0,53	0,48	0,49	0,475	0,49	0,495	0,51
Compteur n°2 m ³ /heure	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Estime de (m ³ /jour) la journée	0,23	0,235	0,22	0,224	0,226	0,27	0,285
% de fuites de nuit.	56,6%	51,0%	55,1%	54,5%	56%	45,5%	44,1%

Adresse : n° 8 ; Relevé de Factures d'eau . Source SONGES
(eau de consommation) .

Année 1985 .

		Cubage (m ³)	Puntant.
1 ^{er} Bimestre	du 16/01/85 au 16/03/85	24.734	6.375.100
2 ^e Bimestre	du 16/03/85 au 15/05/85	28.791	7.420.881
3 ^e Bimestre	du 15/05/85 au 11/07/85	27.288	7.033.482
4 ^e Bimestre	du 11/07/85 au 9/09/85	16.662	4.540.396
5 ^e Bimestre	du 9/09/85 au 23/11/85	42.044	11.873.522
6 ^e Bimestre	du 23/11/85 au 2/02/86	20.395	5.557.638
Total :		159.914	42.801.208

Relevé des surplus liés aux taxes d'exploitation du Réseau . (le compteur en particulier)

1 ^{er} Bimestre	238.847,44	Fr. CFA
2 ^e Bimestre	413.847,56	"
3 ^e Bimestre	349.078,08	"
4 ^e Bimestre	—	
5 ^e Bimestre	985.847,04	"
6 ^e Bimestre	52.576,2	"
Total :	2.039.396,3	"

Année n° 8 Relevés de Factures d'eau SONEES
(Suite) SONEES. (eau de consommation)

Année 1986

		Cubage (m ³)	Montant
1 ^{er} Bimestre	9/01/86 au 24/03/86	26.652	7.567.076
2 ^e Bimestre	24/03/86 au 20/05/86	27.907	7.923.756
3 ^e Bimestre	20/05/86 au 17/07/86	28.136	7.988.374
4 ^e Bimestre	17/07/86 au 24/09/86	17.703	5.083.020
5 ^e Bimestre	24/09/86 au 10/11/86	25.220	7.160.463
6 ^e Bimestre	10/11/86 au 13/01/87	26.702	7.581.232
Total :		152.520	43.703.481

Relevé des surplus dus aux taxes de sur-exploitation
réseau (le compteur en particulier.)

1 ^{er} Bimestre	321.628,32	Fn. CFA
2 ^e Bimestre	375.794,12	"
3 ^e Bimestre	385.677,76	"
4 ^e Bimestre	—	"
5 ^e Bimestre	259.823,2	"
6 ^e Bimestre	323.786,32	"
Total :	1.666.709,7	"

Relevé de Factures d'eau (Suite et Fin)

Année 1987

		Cubage m ³	Montant
1 ^{er} Bimestre	13/01/87 au 11/03/87	28.974	8.226.298
2 ^e Bimestre	du 11/03/87 au 11/05/87	35.840	10.126.829
3 ^e Bimestre	du 11/05/87 au 25/11/87		
4 ^e Bimestre		35.103	9.966.444
5 ^e Bimestre			
6 ^e Bimestre	25/12/87 au 21/02/88	29.134	8.733.796
Total		129.552	37.053.364

Relevé des surplus dus aux taxes de surcaploi-
tation du réseau (le complément en particulier)

1 ^{er} Bimestre	421.845,94	Fr. CFA
2 ^e Bimestre	686.602,40	"
3 ^e Bimestre	686.873,48	"
4 ^e Bimestre		
5 ^e Bimestre		
6 ^e Bimestre	428.752,44	"
Total :	2.233.573,10	"