

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

PRESENTE PAR :

KABORE Mathieu

ANNEE 1993-1994

CARACTERISATION DES EAUX DU
CANAL CENTRAL DE OUAGADOUGOU
(CHARGES POLLUANTES, PROVENANCES,
DEBITS).

Mention : **TRES BIEN**

Encadrement

M.D. DAOU

| |
|---|
| E. I. E. R. |
| Enregistré à l'Arrivée le 23 JUIN 1994 n° 224/94 |

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

PRESENTE PAR :

KABORE Mathieu

ANNEE 1993-1994

CARACTERISATION DES EAUX DU
CANAL CENTRAL DE OUAGADOUGOU
(CHARGES POLLUANTES, PROVENANCES,
DEBITS).

Mention :

Encadrement

M.D. DAOU

RESUME

Le canal central de Ouagadougou est l'un des premiers réseaux d'assainissement des eaux pluviales de ladite ville. Ce canal véhicule actuellement des eaux résiduaires qui dégagent des odeurs nauséabondes impliquant un problème de pollution.

Notre étude a porté sur les types de pollution engendrés par les eaux du canal, et présente les dangers par rapport à la santé de la population.

La caractérisation des eaux usées à travers la détermination des paramètres de pollution organique, physico-chimique et bactériologique a révélé que le canal est un agent de pollution d'origine organique, chimique et bactériologique.

En outre, les résultats obtenus montrent que le canal joue faiblement un rôle autoépurateur (abattement de 77,88% en DBO5, 79,70% en DCO) et de la pollution bactérienne de 94,37% (en coliformes fécaux d'amont en aval).

Le contact des populations riveraines par leurs activités (pêche, maraîchage) engendrerait nécessairement des maladies d'origine hydrique (diarrhées, salmonelloses) soit pour les consommateurs des produits (maraîchers et de pêche), soit directement sur les utilisateurs de ces eaux.

L'assainissement du canal central ou d'une manière générale de la ville de Ouagadougou éliminerait les risques d'impact de ces eaux sur la santé de la population.

Sommaire

| | |
|---|----|
| Résumé..... | 1 |
| Remerciements | 2 |
| INTRODUCTION..... | 3 |
| Première partie : Généralités | 4 |
| Chapitre 1 : Les eaux usées..... | 4 |
| 1. Type d'eaux usées..... | 4 |
| 1.1 Eaux de ruissellement ("Eaux pluviales") | 4 |
| 1.2 Eaux usées domestiques ("Eaux usées")..... | 4 |
| 1.3 Eaux usées industrielles..... | 5 |
| 2. Collecte des eaux usées | 5 |
| Chapitre 2 : Historique du canal..... | 7 |
| Deuxième partie : protocole expérimental..... | 8 |
| Chapitre 1 : Localisation des sites de prélèvement - Provenance des eaux..... | 8 |
| Chapitre 2 : Echantillonnage..... | 9 |
| Chapitre 3 : Définition des paramètres et protocoles de mesures..... | 10 |
| 3.1. La température | 10 |
| 3.2. Le PH..... | 10 |
| 3.3. La conductivité..... | 10 |
| 3.4. Le potentiel REDOX..... | 11 |
| 3.5 Matières en suspension (MES) | 11 |
| 3.6 Les matières sèches (MS) et minérales (MM)..... | 11 |
| 3.7 Dureté | 11 |
| 3.8 DBO5..... | 11 |
| 3.9 La DCO | 12 |
| 3.10 L'azote total..... | 12 |
| 3.11 Les nitrates | 12 |
| 3.12 Les coliformes fécaux..... | 13 |
| 3.13 Le phosphore total (PT) | 13 |
| Troisième partie : Résultats - Interpretation et commentaires | 13 |
| Chapitre 1 Résultats | 13 |

| | |
|---|----|
| Chapitre 2 : Interprétation des résultats et commentaires | 16 |
| 2.1 Interprétation des résultats | 16 |
| 2.2 Commentaires | 22 |
| 2.2.1 Température | 22 |
| 2.2.2 PH | 22 |
| 2.2.3 Conductivité | 23 |
| 2.2.4 R-H (potentiel redox)..... | 23 |
| 2.2.5 Matières en suspension (MES)..... | 24 |
| 2.2.6 D.C.O..... | 24 |
| 2.2.7 DB05..... | 25 |
| 2.2.8 NO-3..... | 25 |
| 2.2.9 NTK..... | 25 |
| 2.2.10 COLIFORMES FECAUX..... | 25 |
| 2.2.11 DEBITS | 25 |
| 2.3 Types de pollution..... | 26 |
| 2.4 Observation générale | 28 |
| 2.5 Intérêt et limite des résultats | 29 |
| 2.5.1 Intérêt..... | 29 |
| 2.5.2 Limite | 29 |
| Conclusions et recommandations | 30 |
| Conclusions | 30 |
| Recommandations | 30 |
| Références bibliographiques..... | 32 |
| ABREVIATIONS..... | 34 |

REMERCIEMENTS

Le présent dossier-mémoire a pu être réalisé grâce à l'aide et la collaboration des intervenants en génie sanitaire de l'E.I.E.R. et la D.M.P.

Mes remerciements vont :

- à Monsieur DAOU MPE David, expert O.M.S., mon maître de mémoire, pour son encadrement et ses conseils ;
- à Monsieur ZEBA à la DMP, mon encadreur extérieur, pour sa disponibilité ;
- à Monsieur Dr. Ing. C. TOURÉ pour les différents services rendus, ainsi qu'au personnel du CREPA ;
- à Monsieur GUELLERE, chef de Laboratoire Génie Sanitaire à l'E.I.E.R. ;
- à Monsieur Kokou D. pour sa disponibilité au niveau du Laboratoire ;
- aux Doctorants GNANE et KLUTSÉ pour les différents conseils ;
- à Monsieur KONÉ, Directeur ONEA section assainissement, pour les différentes informations recueillies ;
- à Monsieur BAZIÉ Jeremy, Directeur de la prévention des pollutions et nuisances / MET, pour les informations fournies.

Je remercie mon Directeur et tous mes professeurs qui m'ont apporté la formation tant théorique que pratique d'un Ingénieur de l'Équipement Rural.

Je remercie également tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, m'ont aidé dans le bon déroulement de ce mémoire qui m'ouvre la première page d'une vie professionnelle.

ABREVIATIONS

| | |
|----------------|---|
| B.C.E.O.M. | Bureau Central d'Etude d'Outre-mer |
| C.E.A.O. | Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest |
| C.RE.P.A. | Centre Régional de l'eau Potable et de l'Assainissement à faible coût |
| D.M.P. | Direction de la Médecine Préventive |
| E.I.E.R. | Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural |
| I.G.B. | Institut Géographique du Burkina |
| M.A.C.O. | Maison d'Arrêt et de Correction de Ouagadougou |
| ONEA. | Office National de l'Eau et de l'Assainissement |
| P.S.A.O. | Plan Stratégique de l'Assainissement de Ouagadougou |
| S.B.M.C. | Société Burkinabè de Manufacture du Cuir |
| SO.B.BRA. | Société Burkinabè de Brasserie |
| SONAB.EL | Société Nationale Burkinabè d'Electricité |
| T.C.M. | Toilette à chasse manuelle |
| V.I.P. Latrine | Ventilated Improved Pit Latrine (latrine ventilée améliorée) |
| G.T.Z. | Organisme non gouvernemental pour la Coopération Technique |
| M.O | Matière Organique (appréciation) |
| O.M.S | Organisation Mondiale de la Santé |
| RÉS | Résidu Sec |

INTRODUCTION

"Mieux vaut prévenir que guérir", a-t-on coutume de dire. Force est de constater que cet adage se dit mais s'applique de moins en moins en matière de santé surtout dans le volet assainissement.

L'assainissement est une technique qui consiste à évacuer par voie hydraulique, le plus rapidement possible et sans stagnation, les déchets provenant d'une agglomération humaine ou plus généralement d'un centre d'activité économique de telle façon que les produits évacués ne puissent souiller au-delà d'une limite admissible, l'environnement. (N. GUERRE)

Ouagadougou, capitale du Burkina Faso, est implantée sur une zone de socle ancien caractéristique du craton Ouest-africain. L'altitude moyenne est de 295 m, les zones les plus hautes étant situées à 320 m dans le secteur Sud-ouest, les zones les plus basses à 280 m dans le secteur Nord-est. Les bassins du centre ville sont de faible pente, généralement inférieure à 1% (17)

Du point de vue de l'hydrologie, Ouagadougou est située dans le bassin du Massili. La région se caractérise par l'existence de nombreuses retenues artificielles permettant de stocker l'eau de pluie ruisselant lors de l'hivernage.

A Ouagadougou, la Direction de la Médecine Préventive (DMP) est l'une des principales institutions impliquées dans le secteur de l'assainissement de la ville.

Le canal central de la ville de Ouagadougou est l'un des premiers réseaux d'assainissement de la ville. La DMP a un service du génie sanitaire qui s'occupe du volet assainissement de la ville. Ce service est chargé d'élaborer et exécuter les programmes d'hygiène publique (conception du programme d'assainissement, exécution de l'alimentation en eau potable de la ville, son laboratoire est le laboratoire de référence de la qualité d'eau potable du Burkina Faso). Le canal central a été pendant des années source de nombreux désagréments en matière d'assainissement. La DMP dans sa tâche d'assainisseur a voulu en savoir beaucoup sur les eaux que véhicule ce canal en rapport avec l'utilisation qui y est faite, afin de prendre des dispositifs qui s'imposent : c'est l'objet de notre étude qui porte sur la caractérisation des eaux du canal central de Ouagadougou (charges polluantes, provenances, débits).

Cette étude, qui portera sur l'état du canal en avril et mai, consistera à déterminer les différentes sortes d'eau rejetées dans le canal, leur provenance ainsi que les débits. L'analyse des échantillons prélevés permettra en comparaison avec les normes locales (Burkina) ou à défaut les normes OMS ou Françaises de caractériser les eaux du canal.

L'analyse des échantillons passera d'abord par la définition d'une méthodologie expérimentale consistant à localiser les sites de prélèvements à définir les fréquences de prélèvement, les matériels et les méthodes utilisés.

L'étude doit aboutir à présenter l'impact du canal sur la santé des populations et les propositions pour limiter les risques afin d'élargir le débat vers la contribution d'un ingénieur de l'équipement rural dans la médecine préventive et particulièrement dans l'assainissement de la ville de Ouagadougou.

I

PREMIERE PARTIE

GENERALITES

I . Première partie : Généralités

I.1. Chapitre 1 : Les eaux usées

I.1.1. Type d'eaux usées

En matière d'assainissement d'une ville, les eaux usées à évacuer sont de trois types :

I.1.1.1 Eaux de ruissellement ("Eaux pluviales")

Elles proviennent principalement des eaux pluviales, mais aussi des eaux de lavage des voies publiques et des eaux de drainage.

Les eaux de ruissellement transportent tous les déchets sur son passage (retombées diverses de l'atmosphère, déchets minéraux et organiques, micro-organismes pathogènes).

Dans les zones urbanisées, hormis la pollution, les eaux de ruissellement présentent souvent des inconvénients (stagnation, inondation), d'où la nécessité de les évacuer.

I.1.1.2 Eaux usées domestiques ("Eaux usées")

Elles comprennent :

- les eaux ménagères constituées des eaux de toilettes, de lessive, de cuisine. Elles contiennent certains produits comme les détergents, les hydrocarbures, les huiles, les graisses etc.

- Les eaux vannes encore appelées "eaux noires", qui proviennent des W-C et sont constitués de matières fécales et des urines. Les eaux vannes renferment des matières minérales et organiques, des germes pathogènes et des matières fermentescibles. Les eaux vannes doivent être évacuées de toute urgence.

I. 1.1.3 Eaux usées industrielles

Elles sont variées et liées au type d'industrie (usine de fabrication et de transformation) d'où elles proviennent. La diversité des industries fait que ces eaux peuvent être soit à caractère minéral dominant ou organique dominant, ou contenir des matières toxiques.

I. 1.2. Collecte des eaux usées

Un réseau d'assainissement d'une agglomération a pour objectif :

- d'évacuer correctement les eaux pluviales de manière à éviter les inondations des zones urbanisées et éviter toute stagnation dans les points bas, après les averses ;
- évacuer les eaux résiduaires urbaines.

Il existe deux principaux systèmes de réseaux d'assainissement :

- le système unitaire, dans lequel toutes les eaux (pluviales, ménagères, vannes, industrielles) sont conduites par un réseau unique de collecte vers une station d'épuration. Ce système s'impose lorsqu'il n'y a pas de possibilité de concevoir économiquement un réseau d'eaux pluviales de surface. C'est un système qui convient aux populations relativement denses. C'est un système souple (canalisation unique par voie publique), mais nécessitant souvent des frais d'investissement élevés ;
- le système séparatif, dans lequel les eaux pluviales sont évacuées dans un premier réseau, les eaux usées domestiques et éventuellement industrielles étant évacuées dans un second réseau.

Le système séparatif s'observe là où la population est dispersée, et quand les eaux de ruissellement peuvent être facilement évacuées par voie superficielle.

Que ce soit en système séparatif ou unitaire, une étude doit être menée pour savoir s'il faut construire un réseau spécial pour les eaux industrielles ou si on doit leur faire subir un pré traitement avant de les déverser dans le réseau urbain.

| |
|--|
| CARACTERISTIQUES DES EAUX USEES |
|--|

| NATURE | ORIGINE | RISQUES |
|-------------------------------------|--|---|
| "Eaux pluviales" | <ul style="list-style-type: none"> • Eaux météoriques • Voirie • Drainage | <ul style="list-style-type: none"> • Déchets minéraux (nitrates) • Déchets organiques (• Retombées atmosphériques (fumée PH) • Micro-organismes pathogènes (choléra) • Stagnation, inondation (moustiques...) |
| "Eaux ménagères ou "eaux grises" | <ul style="list-style-type: none"> • Toilette • Lessive • Cuisine | <ul style="list-style-type: none"> • Détergents • Huile, graisse |
| "Eaux vannes ou "eaux noires" | <ul style="list-style-type: none"> • Excréta • Eaux de chasse | <ul style="list-style-type: none"> • Matières minérales • Matières organiques • Germes pathogènes • Matières putrescibles |
| "Eaux industrielles cas par cas" | <ul style="list-style-type: none"> • Variées | <ul style="list-style-type: none"> • Matières minérales • Matières organiques • Matières toxiques |

I. 2. Chapitre 2 : Historique du canal

Le canal central a été aménagé sur le marigot dit de Paspanga en 1966. Les études ont été menées par le BCEOM en 1963. C'est un canal d'une longueur d'environ 5000 m. Il draine un bassin versant de 9 km² correspondant à la partie centrale de la ville. Il débute depuis la base aérienne (amont) et rejoint l'exutoire situé dans une forêt classée (Bois de Boulogne) situé à l'aval du barrage N° 3 (voir plan de situation). Le canal comporte une partie construite (revêtue) de la Base Aérienne à l'Ecole Nationale de la Santé Publique, de section variante (rectangulaire à trapéziqque (5 à 13 m de largeur)).

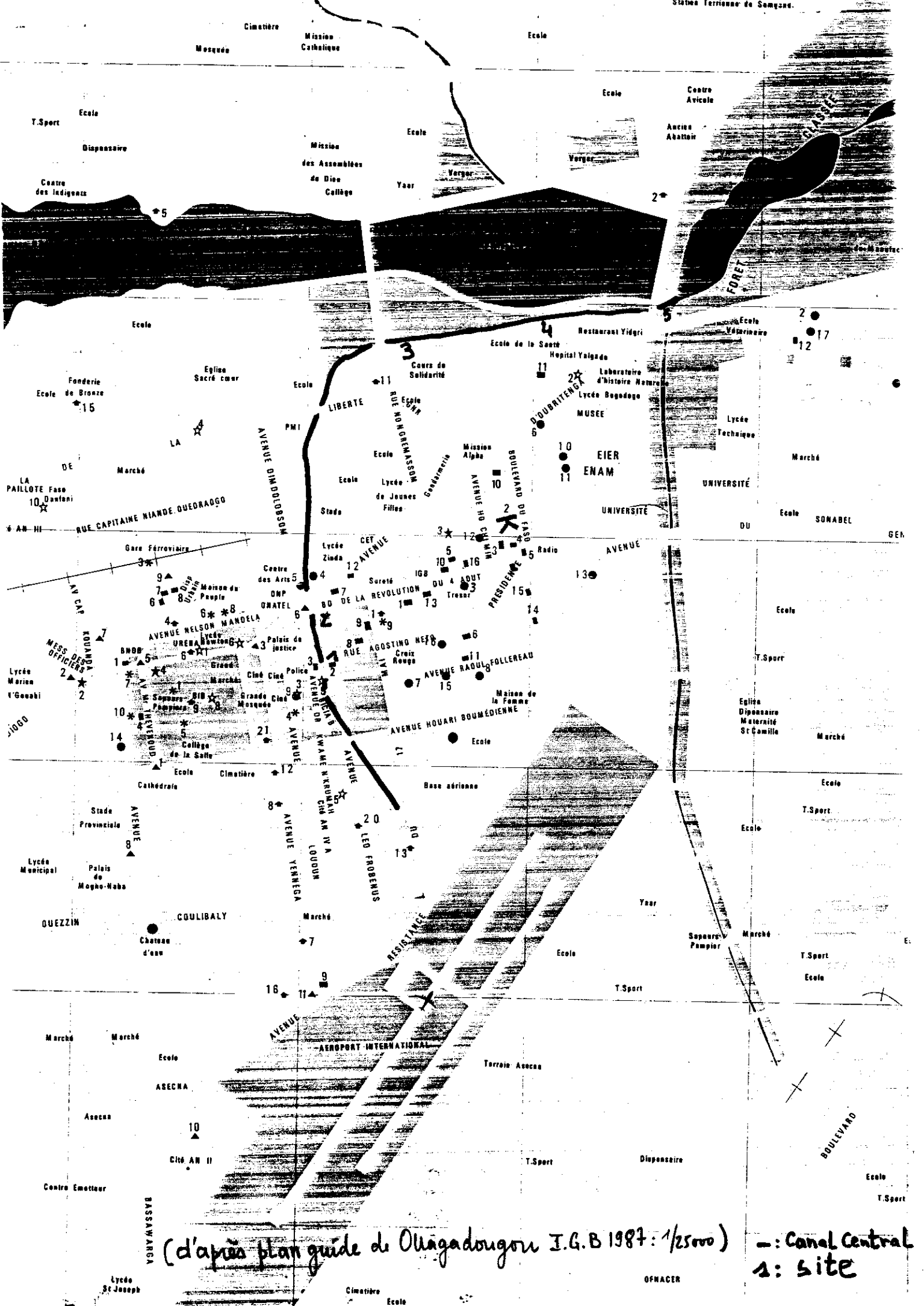
A la construction, le canal avait pour vocation la collecte des eaux pluviales. Mais on constate aujourd'hui que non seulement le canal connaît des problèmes d'évacuation des eaux pluviales (exemple : inondation récente dans la partie amont en 1993), et qu'en plus le canal est un réceptacle de déversement de déchets solides et d'eaux résiduaires.

La réfection de la voirie à l'amont (Avenue Houari Boumedienne) a amélioré le ruissellement, entraînant beaucoup d'eau dans les nouveaux caniveaux construits qui ont des dimensions supérieures (en cette partie) aux dimensions du canal central. Ce qui est à l'origine des inondations.

Les autorités municipales sont conscientes du problème posé par le canal central et recherche des solutions pour y remédier. Pour l'évacuation des eaux pluviales, on note le renforcement de la partie inondable par un canal en parallèle, et la construction d'ouvrage (dalot) sur la voie passant derrière la C.E.A.O.

Pour ce qui concerne les eaux usées, les solutions seront trouvées dans le 3^e Projet sur l'assainissement global de la ville de Ouagadougou.

Quant aux riverains, beaucoup ignorent le rôle du canal, et trouvent normal de déverser les eaux usées dedans (habitants et mécaniciens aux abords du canal).



(d'après plan guide de Ouagadougou I.G.B 1987: 1/25000)

—: Canal Central
 * : site

II

DEUXIEME PARTIE
PROTOCOLE EXPERIMENTAL

II . Deuxième partie : protocole expérimental

II.1 . Chapitre 1 : Localisation des sites de prélèvement - Provenance des eaux

Une recherche des sites appropriés a été menée. Ce travail a révélé ce qui suit :

- La partie amont est pleine d'ordures de toutes sortes depuis la Base Aérienne jusqu'à l'Avenue Houari Boumedienne. De cette Avenue à la C.E.A.O., le canal passe sous des constructions.
- Le premier point où on observe un écoulement est situé au niveau de la C.E.A.O. A cette partie le canal reçoit les eaux venant d'un côté la C.E.A.O., et de l'autre un caniveau collectant les eaux des alentours du marché central.
- Les rejets dans le canal sont très variés :
 - * rejets domestiques venant directement des habitations riveraines ou passant par l'intermédiaire de caniveaux ;
 - * les eaux de lavage des mobylettes ainsi que les résidus dus aux réparations (huile de vidange) ;
 - * les eaux venant des hôtels (Hôtel Indépendance) ;
 - * les eaux venant de la station de traitement du marché central ROODWOKO ;
 - * les eaux venant de la centrale N° 1 SONABEL Ouagadougou (huile, eau de refroidissement) ;
 - * les eaux venant de l'Hôpital Yalgado de Ouagadougou.
- La contrainte majeure a été le fait de ne pas avoir le plan du réseau d'assainissement eau pluviale en cette partie de la ville pour identifier en amont les provenances des eaux dans le canal.

Avec l'ampleur des rejets et compte tenu du temps mis à notre disposition, cinq (5) sites ont été retenus pour le travail :

- C.E.A.O. : cette partie du canal reçoit les eaux venant de la C.E.A.O. et des alentours du marché côté canal. L'accès est facile pour les prélèvements. A côté on a un endroit de lavage de mobylettes.
- Station du marché : cette partie du canal reçoit les eaux usées de la station de traitement ou boue activée (en défaillance) du marché central ROODWOKO. A côté, on observe un atelier de réparation de mobylettes. L'accès est facile à l'endroit où

débouchent les eaux du marché. L'écoulement est ainsi permanent.

- Centre SONABEL Ouaga N° 1 : à ce niveau, le canal reçoit les huiles venant de l'usine et les eaux de refroidissement. L'accès est facile pour les prélèvements.
- Hôpital Yalgado : au niveau de l'hôpital, nous avons au total trois rejets. Nous considérons le dernier rejet dans le sens d'écoulement de l'eau qui correspond aux eaux venant de la station de traitement de cet établissement. A ce niveau, le canal n'est pas revêtu. L'accès est facile pour les prélèvements.
- AVAL : Ce site se situe dans la forêt (Bois de Boulogne) à environ 100 du pont Yidigri sur la route menant vers l'Hôtel Silmandé. Ce point est choisi pour la facilité d'accès pour les prélèvements, et pour éviter la non représentativité des échantillons qui seraient liée à l'utilisation de l'eau (jardinage) en amont du pont.

II.2: Chapitre 2 : Echantillonnage

Le premier objectif de l'échantillonnage est d'obtenir des prélèvements représentatifs de l'eau que l'on désire analyser. On peut distinguer deux modes de prélèvement :

- les prélèvements instantanés qui consistent à obtenir des échantillons à des pas de temps constants (exemple : 30 mn ou 1 h) à longueur de la journée ou étendus jusqu'à la nuit. Mais selon le Mémento technique de l'eau, pour les eaux résiduaires, les variations journalières en quantité et en qualité rendent les échantillons instantanés insuffisamment représentatifs du flux polluant.

Des échantillons isolés doivent être prélevés lorsqu'on constate la présence d'éléments ou de concentration inusitée ou indésirable, par exemple résidu toxique, huile, graisse.

Les prélèvements composites où des échantillons moyens sont recueillis lorsqu'on cherche à mesurer la qualité moyenne sur une période (exemple 2 h ou 24 h). Un certain nombre d'appareils automatiques permettent de constituer les échantillons proportionnels au débit.

Dans notre cas, nous avons opté pour quatre prélèvements par semaine, soit deux le lundi (début de semaine) et deux vendredi (fin de semaine), et ce du 11 avril 1994 au 11 mai 1994.

Nous avons retenu les notations suivantes pour les échantillons prélevés dans les sites :

- S1 : CEAO.
- S2 : Station de traitement du marché central
- S3 : SONABEL
- S4 : Hôpital
- S5 : AVAL

Des flacons soigneusement lavés ont servi pour les prélèvements. A chaque site nous laissons l'eau de l'effluent se mélanger à l'eau du canal avant de prélever.

Nous avons analysé au total 16 échantillons par site.

II.3; Chapitre 3 : Définition des paramètres et protocoles de mesures

II. 3.1. La température

La température joue un rôle important dans toutes les réactions chimiques qui ont lieu dans un milieu liquide. Dans les eaux usées, la vitesse de dégradation de la matière organique croît avec la température. C'est un paramètre qui influence les autres paramètres des eaux usées.

La température influence fortement la cinétique des processus biologiques puisqu'elle traduit la plus ou moins grande agitation des molécules. La température a été mesurée par un thermomètre au lieu-même du prélèvement (mesure *in situ*).

II. 3.2. Le PH

Le PH est défini par le logarithme négatif décimal de la concentration en ion H⁺ : $PH = - \log H^+$. Le PH influence fortement les réactions de dégradation de la matière organique. L'eau usée devrait avoir un PH correspondant au PH de croissance optimal des bactéries qui dégradent la matière organique pour assurer une bonne épuration. Le PH a été mesuré au laboratoire par la méthode des électrodes.

II. 3.3. La conductivité

La conductivité est liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature. La conductivité influence l'épuration des eaux usées par

les teneurs en sel. Ces sels entrent en réaction avec les composants cellulaires bactériens par des phénomènes d'osmose en accélérant ou en ralentissant la croissance microbienne. La conductivité varie avec la température. La conductivité a été l'objet d'une mesure *in situ* par un conductimètre de terrain.

II . 3.4. Le potentiel REDOX

Le potentiel redox (R - H) est la capacité d'une substance à céder ou à intégrer des électrons ; ce qui est lié au caractère oxydant ou réducteur du milieu mesuré. Le potentiel redox permet de mesurer le degré d'aération d'une eau usée. Lorsque le R - H est bas, le milieu est dit réducteur (le milieu capte les électrons au lieu de céder). Le potentiel redox a fait l'objet de mesure au laboratoire par la méthode des électrodes.

II . 3.5 Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules non dissoutes présentes dans l'eau (grains de sable, poussière etc.). Elles sont obtenues par turbidité de l'eau. Les matières en suspension ont été obtenues par filtration sur membrane 3u puis pesée du filtrat après chauffage à 105° C (voir protocole en annexe).

II . 3.6 Les matières sèches (MS) et minérales (MM)

Elles permettent d'estimer les matières organiques et minérales. Elles s'obtiennent par filtration et pesée (voir protocole).

II . 3.7 Dureté

"En langage courant, la dureté d'une eau est le caractère mousseux lié à l'utilisation du savon ; une eau est dure quand elle mousse difficilement." Ce sont essentiellement les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} qui sont responsables de la dureté." Fascicule TP 2è A. Elle s'obtient par dosage volumétrique et s'exprime en dureté totale (TH) calcique (Tca) et magnésienne (Tmg).

II . 3.8 DBO5

C'est la demande biochimique en oxygène pour cinq (5) jours. Elle représente la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour assurer la dégradation des matières organiques biodégradables existantes

pendant une période de cinq jours. La mesure se fait par la méthode potentiométrique ou par la méthode manométrique (voir annexe).

II . 3.9 La DCO

La demande chimique en oxygène est utilisée comme une mesure de la quantité d'oxygène équivalente à la teneur en matières organiques contenues dans un échantillon d'eau, susceptible d'être oxydées par un oxygénant énergétique par voie chimique. La détermination de la DCO est un critère d'appréciation de la pollution par les matières organiques. C'est un test rapide qui renseigne sur l'ensemble de la charge organique, qu'elle soit biodégradable ou non. Elle est déterminée par centimètre soit par la micro méthode par colorimétrie qui est la méthode ici utilisée. La création se fait avec un oxydant énergétique (K_2CrO_7) en milieu acide fort (H_2SO_4). La plupart des matières organiques sont oxydées de 90% dans ces conditions. La DCO est généralement supérieure à la DBO, et il existe un rapport de 1,5 à 2.

II . 3.10 L'azote total

Le terme "azote Kjeldahl" désigne la combinaison de l'azote ammoniacal (NH_3) et de l'azote organique. Mais ce ne sont pas tous les composés d'azote qui sont déterminés par cette méthode. Ce sont ceux qui sont à l'état trivalent. Le dosage de l'azote Kjeldahl ne permet pas de déterminer l'azote total, mais seulement les composés non oxydés de l'azote. La détermination du NTK donne l'azote organique sous forme de protéines surtout dans les aliments. Dans les eaux usées $NTK = N-NH_3 +$ azote organique. L'azote Kjeldahl (NTK) s'obtient par minéralisation distillation puis dosage (voir protocole).

II . 3.11 Les nitrates

Les nitrates NO_3^- représentent l'état terminal d'oxydation de l'azote. Les bactéries transforment les nitrites en nitrates en consommant de l'oxygène. De fortes teneurs en nitrates dans l'eau ont pour origine la présence de déchets organiques ou le ruissellement dans des champs riches en engrais azotés. La mesure s'est effectuée par la méthode des électrodes.

II. 3.12 Les coliformes fécaux (C.F)

Les coliformes fécaux sont des germes indicateurs de pollution fécale, capables d'être cultivés en milieu sélectif et sous une température définie. La température d'incubation est de 44° C, et ce pendant 24 heures.

II. 3.13 Le phosphore total (PT)

Les algues synthétisent de la matière organique (biomasse) à partir du CO₂. Elles ont besoin de ressource minérale telle que N(NO₃) et P(PO₄₃⁻). La mesure du phosphore permet d'évaluer le degré de minéralisation de la matière organique par les bactéries, et la présence des algues. Il a été déterminé par le spectrophotomètre avec le DR/2 000.

II. 3.14 Débit

Le débit a été mesuré à l'aide d'un flacon de 1,25 l et d'un chronomètre. Il existe d'autres méthodes telle que l'application de l'analyse spectrale aux mesures de débit par dilution. Le manque de réactif (dichromate de sodium) ne nous a pas permis d'expérimenter cette méthode.

III

TROISIEME PARTIE

**RESULTATS - INTERPRETATION
ET COMMENTAIRES**

III . Troisième partie : Résultats - Interpretation et commentaires

III.1: Chapitre 1 Résultats

Les résultats se présentent par valeurs moyennes par site/paramètre. On distingue les moyennes du matin, celles du soir, les deux donnant la moyenne de la journée.

Parmi les résultats, la conductivité, le R.H les MES_dCF ont des écarts-types relativement élevés (voir annexes) dans l'ensemble, les autres paramètres ayant les écarts-types relativement bas par rapport aux moyennes trouvées.

Les tableaux ci-dessous (T1 à T3) présentent les résultats des mesures des paramètres par site respectivement en moyenne du matin, du soir et de la journée.

Tableau 1 : Valeurs moyennes/Paramètres/Sites
(Prélèvement du matin)

| PARAMETRES | Sites | | | | |
|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| T° (°C) | 29,9 | 30 | 30,2 | 31,2 | 31,20 |
| PH | 7,26 | 7,00 | 7,51 | 7,01 | 7,22 |
| Conductivité us/cm | 763 | 860 | 841,4 | 512,8 | 297 |
| R-H (mv) | 38 | -94,03 | -21,67 | -119,9 | -28,2 |
| MES (mg/l) | 217 | 500 | 122,4 | 110 | 57,20 |
| TH (OF) | 11,00 | 16,2 | 12,96 | 9,36 | 8,41 |
| Tca (OF) | 7,55 | 7,60 | 8,47 | 4,98 | 4,84 |
| TMg (OF) | 3,45 | 8,61 | 4,39 | 4,39 | 3,57 |
| DCO (mg/l) | 133,75 | 380 | 196 | 148 | 83 |
| DBO5 (mg/l) | 70 | 235 | 96 | 87 | 48 |
| NTK (mg/l) | 47,04 | 49,40 | 45,59 | 25,25 | 12,57 |
| NO3 (mg/l) | 0,506 | 0,386 | 0,175 | 0,366 | 0,29 |
| CF (N/100ml) | 57,5.10 ⁴ | 967,10 ⁴ | 425.10 ⁴ | 710.10 ⁴ | 58.10 ⁴ |
| Débit (m3/h) | | 2,08 | | 5,7 | |
| Rés (mg/l) | 380 | 855 | 425 | 355 | 175 |
| M.O (mg/l) | 50 | 345 | 85 | 1,60 | 35 |
| P (mg/l) | 7,05 | 10,75 | 6,25 | 3,75 | 1,05 |

Tableau 2 : Valeurs moyennes/Paramètres/Sites
(Prélèvement du soir)

| PARAMETRES | Sites | | | | |
|---------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| T° (°C) | 32 | 32 | 37 | 33,2 | 37,7 |
| PH | 7,35 | 7,17 | 8,01 | 6,78 | 7,24 |
| Conductivité us/cm | 708 | 954 | 858,20 | 492 | 389,00 |
| R-H (mv) | -5,07 | -205,77 | -81,51 | -61,43 | -8,03 |
| MES (mg/l) | 208 | 545 | 112 | 107 | 86,75 |
| TH (OF) | 9,73 | 14,36 | 13,20 | 10,11 | 8,67 |
| Tca (OF) | 7,02 | 8,91 | 8,86 | 6,59 | 7,02 |
| TMg (OF) | 2,71 | 5,45 | 4,27 | 3,61 | 1,65 |
| DCO (mg/l) | 138 | 299 | 277 | 168 | 67 |
| DBO5 (mg/l) | 80,5 | 170 | 145 | 80 | 35 |
| NTK (mg/l) | 11 | 44,19 | 36,46 | 40,18 | 9,10 |
| NO3 (mg/l) | 0,722 | 0,501 | 0,439 | 0,411 | 0,37 |
| CF (N/100ml) | 55,4.10 ⁴ | 810.10 ⁴ | 153.10 ⁵ | 520.10 ⁵ | 42.10 ⁴ |
| Débit (m ³ /h) | | 2,09 | | 6,2 | |
| Rés (mg/l) | 540 | 769 | 530 | 458 | 295 |
| M.O (mg/l) | 114 | 258 | 144 | 91 | 65 |
| P (mg/l) | 6,7 | 12,8 | 3,3 | 3,8 | 1,8 |

Tableau 3 : Valeurs moyennes de la journée/Paramètres/Sites

| PARAMETRES | Sites | | | | |
|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| T° (°C) | 30,9 | 31 | 35,5 | 32,2 | 34,45 |
| PH | 7,30 | 7,08 | 7,76 | 6,89 | 7,23 |
| Conductivité us/cm | 735 | 907 | 849 | 502 | 343 |
| R-H (mv) | 16,70 | -149,90 | -51,50 | -90,66 | -18,11 |
| MES (mg/l) | 210 | 522 | 117 | 108 | 71,97 |
| TH (OF) | 10,36 | 15,28 | 13,08 | 9,73 | 8,54 |
| Tca (OF) | 7,28 | 8,25 | 8,66 | 5,74 | 5,93 |
| TMg (OF) | 3,08 | 7,03 | 4,32 | 4,00 | 2,61 |
| DCO (mg/l) | 136 | 339 | 236 | 158 | 75 |
| DBO5 (mg/l) | 75,25 | 202 | 120 | 83 | 41 |
| NTK (mg/l) | 29,02 | 46,79 | 41,02 | 32,71 | 10,83 |
| NO3 (mg/l) | 0,614 | 0,443 | 0,307 | 0,388 | 0,33 |
| CF (N/100ml) | 56,5.10 ⁴ | 888.10 ⁴ | 289.10 ⁴ | 615.10 ⁴ | 50.10 ⁴ |
| Débit (m3/h) | | 2,09 | | 5,95 | |
| Rés (mg/l) | 460 | 812 | 477,5 | 325 | 316,5 |
| M.O (mg/l) | 82 | 301,5 | 114,5 | 112,5 | 63 |
| P (mg/l) | 6,90 | 11,8 | 4,8 | 3,8 | 1,4 |

III.2: Chapitre 2 : Interprétation des résultats et commentaires

III . 2.1 Interprétation des résultats

Nous avons interprété les résultats en dressant les histogrammes des valeurs moyennes des paramètres mesurés par site. Cela représente l'état de l'eau du canal au site considéré et en plus on ne peut pas lier les différents points des valeurs des sites, étant donné que la progression n'est pas linéaire. On tiendra compte des normes O.M.S. ou françaises de rejet d'eau usée pour statuer sur le caractère polluant de l'eau, étant donné que sur le plan national, aucune norme n'existe en la matière.

FIG 1: VALEURS MOYENNES DES TEMPERATURES PAR SITE

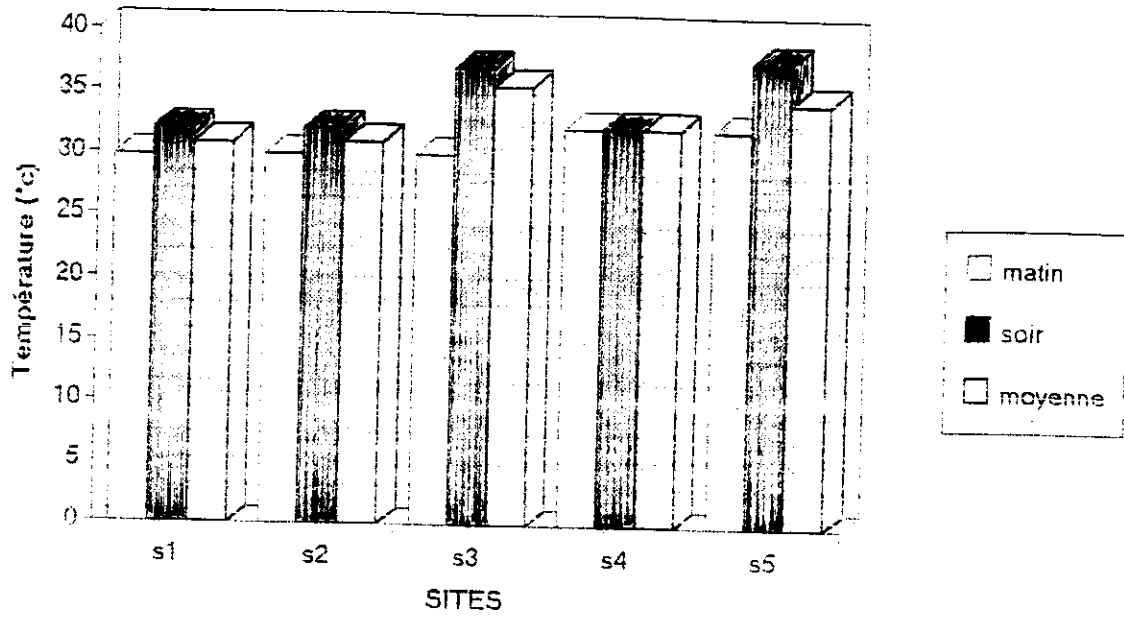


FIG2: VALEURS MOYENNES DU PH PAR SITE

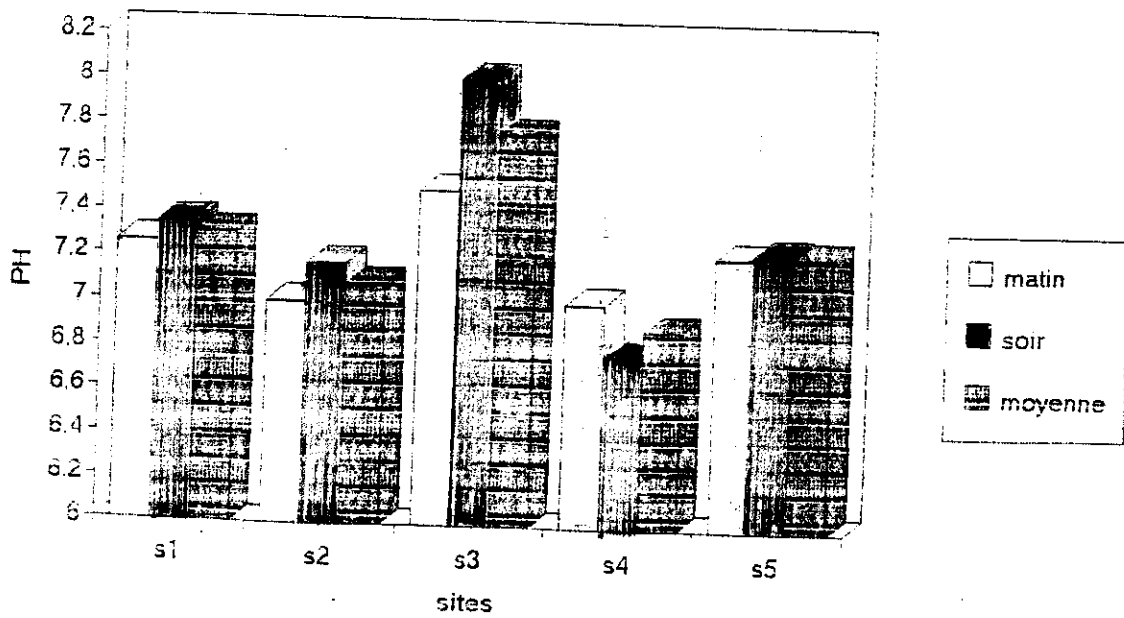


FIG3: VALEURS MOYENNES DE LA CONDUCTIVITE PAR SITE

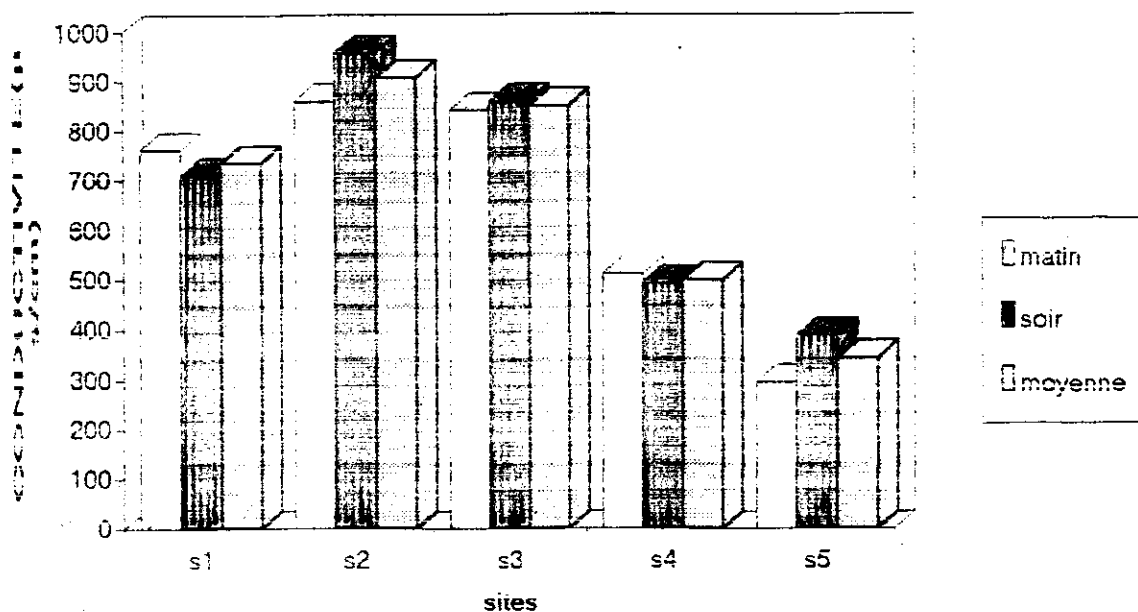


FIG4: VALEURS MOYENNES DU POTENTIEL-REDOX PAR SITE

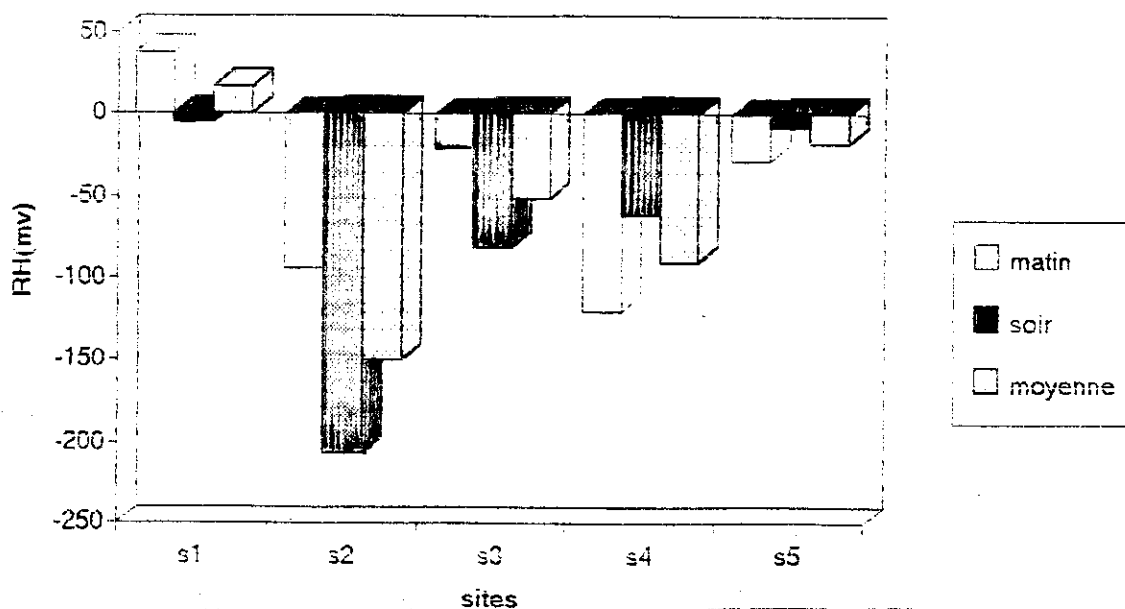


FIG 5: VALEURS MOYENNES DES MES PAR SITE

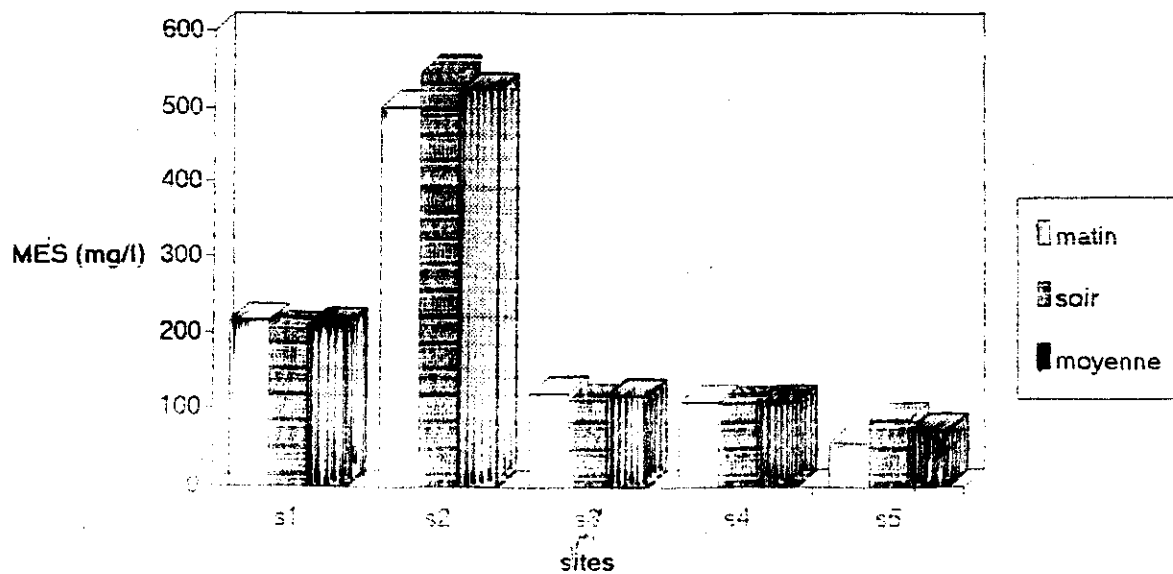


FIG 6: VALEURS MOYENNES DE N T K PAR SITE

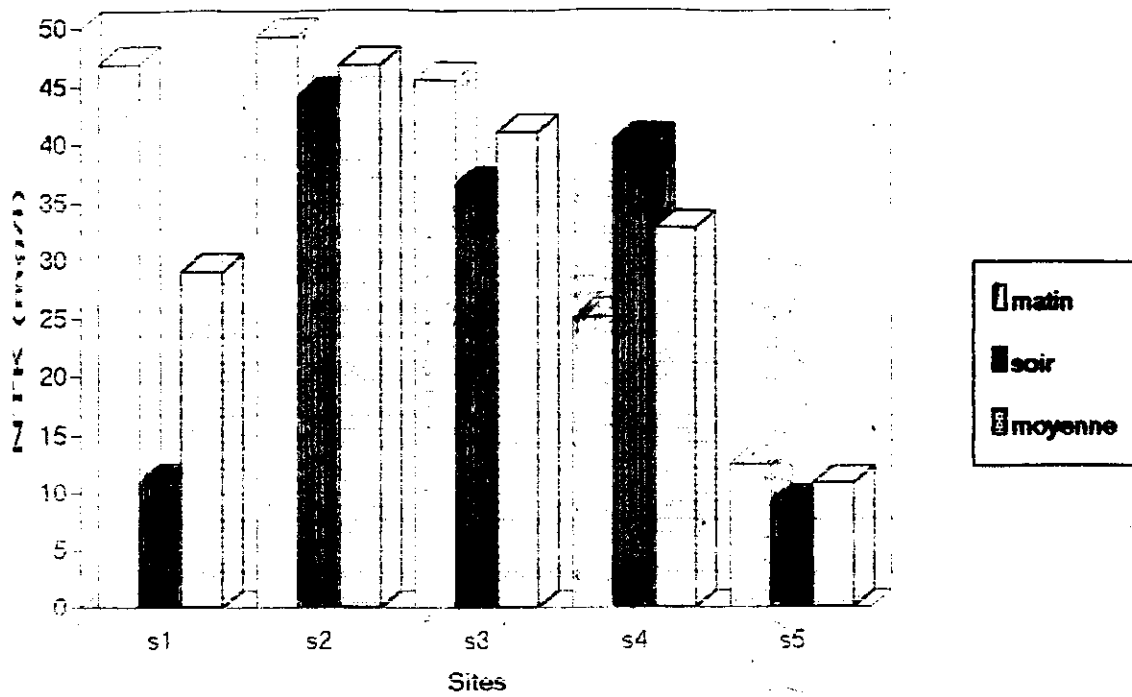


FIG 7: VALEURS MOYENNES DE N-NO₂⁻ PAR SITE

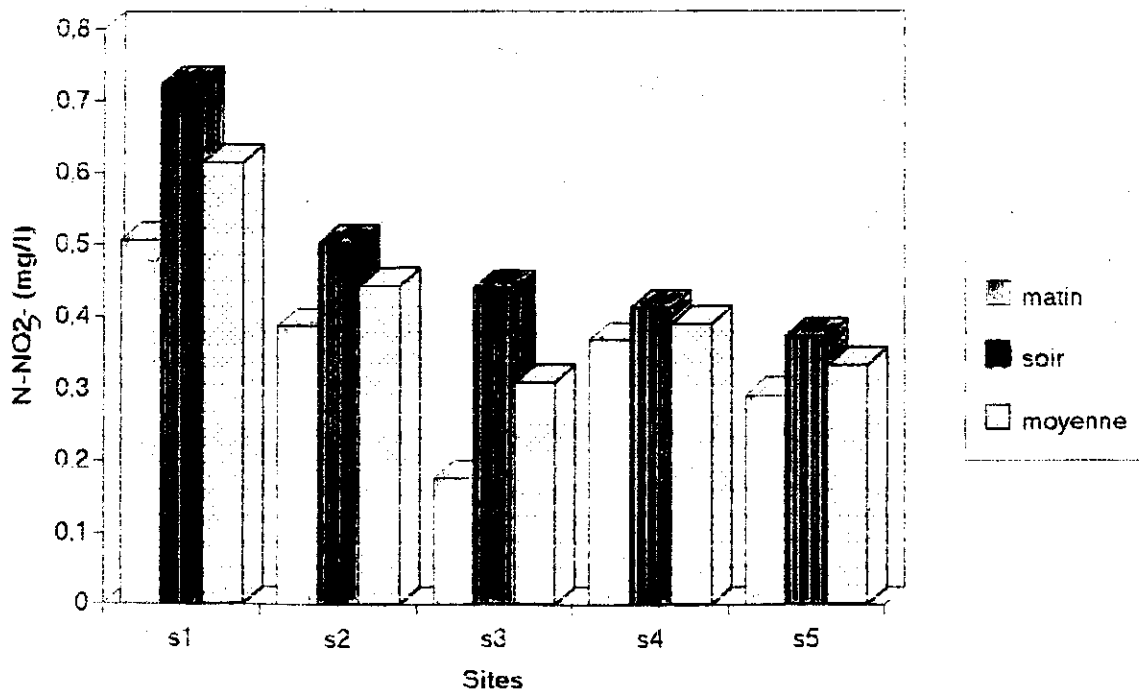


FIG 8: VALEURS MOYENNES DE D C O PAR SITE

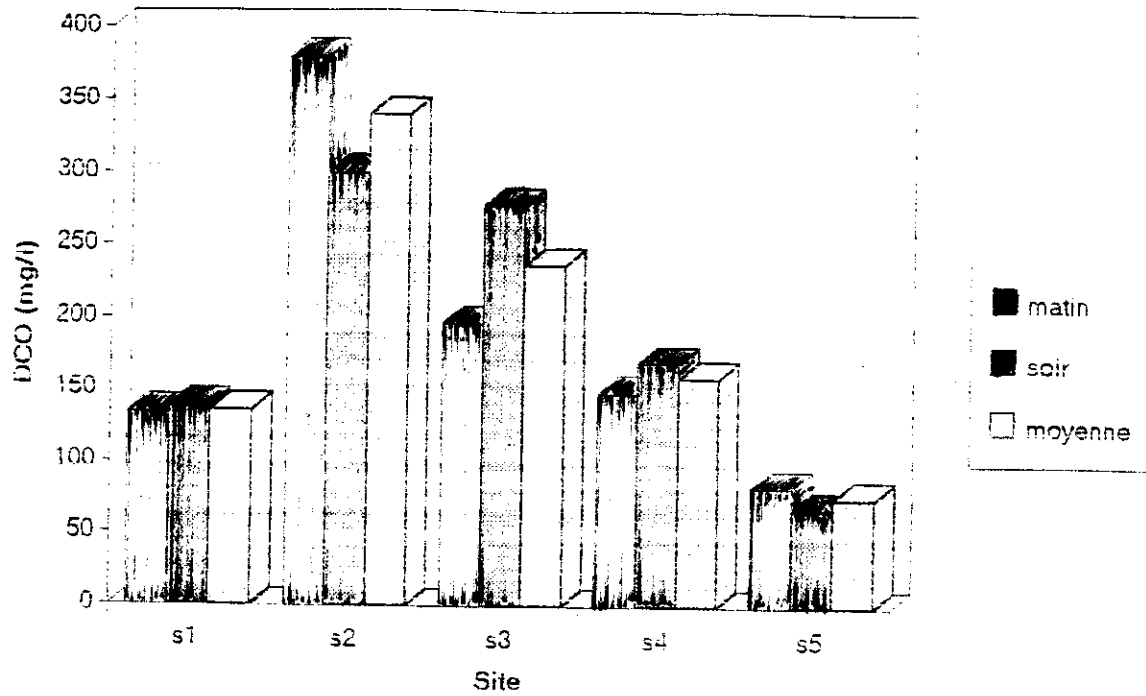


FIG 9: VALEURS MOYENNES DE D B O 5 PAR SITE

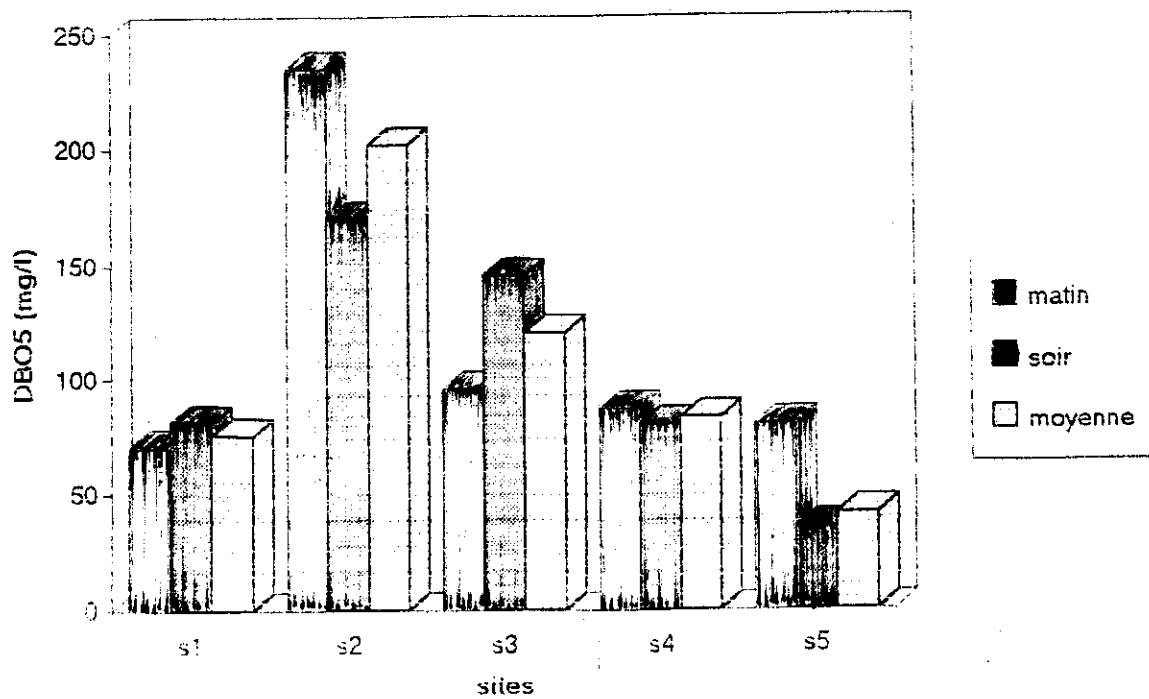


FIG 10: VALEURS MOYENNES DE C F PAR SITE

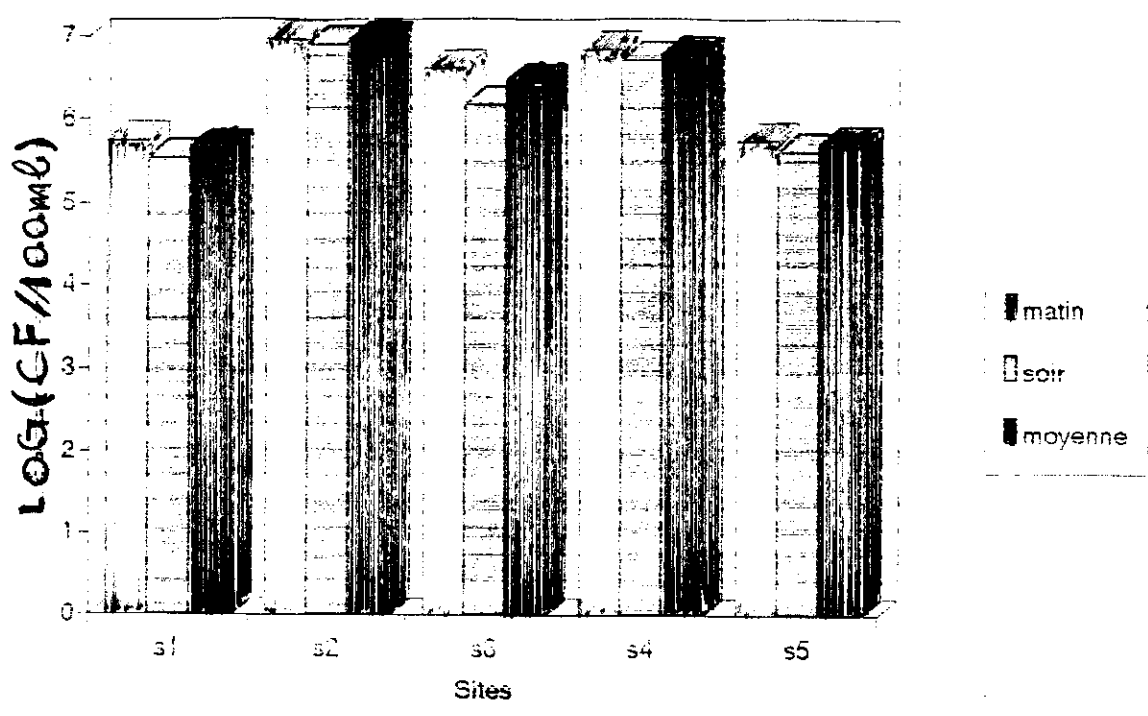
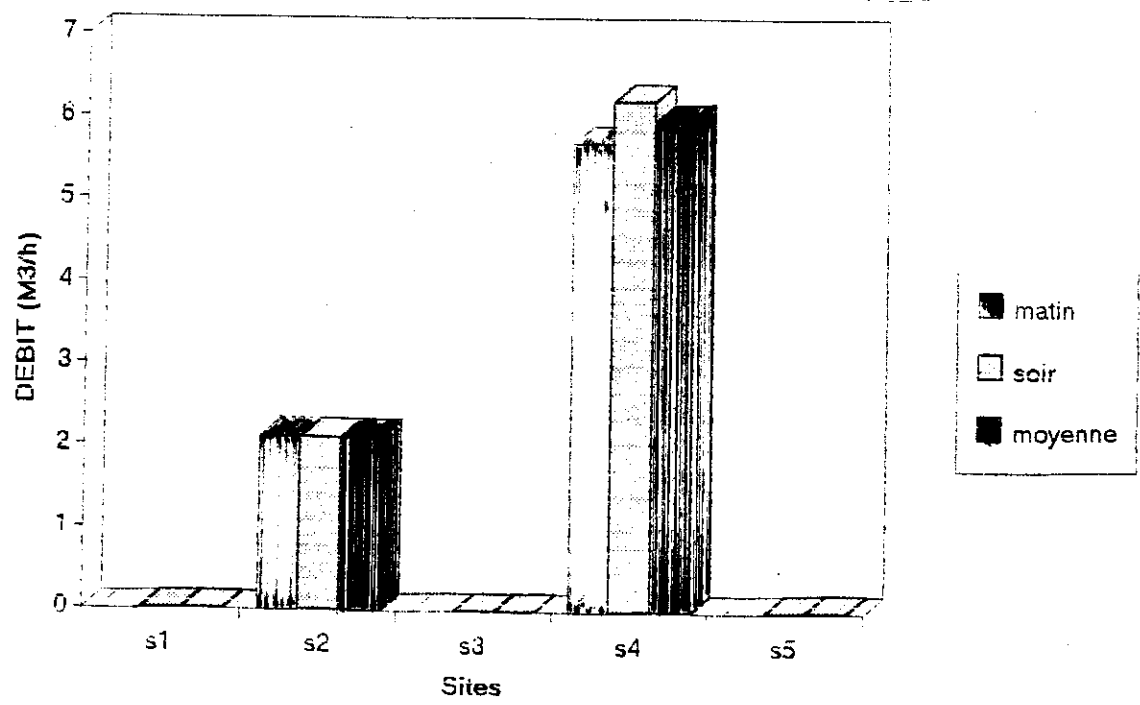


FIG 11 : VALEURS MOYENNES DE DEBIT PAR SITE



III . 2.2 Commentaires

III . 2.2.1 Température

La température joue un rôle dans la dégradation des matières organiques. Au niveau de tous les sites, les températures du soir sont supérieures à celles du matin. Ceci est lié aux heures de prélèvement (matin 8h - 10h et soir 14h - 16h). L'écart entre les valeurs du matin et du soir pour les sites S3 et S5 pourraient s'expliquer par le fait que les eaux huileuses de S3 stockent la chaleur aux heures chaudes (13h - 14h) et que le refroidissement serait lent. Au niveau de S5, cela serait dû au fait que l'eau à ce niveau est assez claire, et les rayons solaires pénètrent en "profondeur", ce qui engendre une chaleur d'ensemble élevée.

Au niveau de S1, S2, S4 les écarts entre matin et soir sont relativement petits et cela serait lié au phénomène de mélange des eaux venant dans le canal au niveau de ces sites.

Les températures mesurées sont dans l'ensemble favorables à l'activité bactérienne pour une biodégradation des matières organiques. Les normes situant les valeurs de températures entre 25 et 30°C.

Les moyennes de la journée assez élevées (valeurs variant de 30,9 (S1) à 35,5 (S3)) seraient dus au fait que la période des mesures correspond à la période la plus chaude de l'année (avril et mai) où souvent la température ambiante dans l'ombre dépasse 40°C.

III . 2.2.2 PH

Le PH est le principal facteur qui concourt à la disparition des bactéries. Un milieu acide empêche la dégradation de la matière organique par les bactéries. Les conditions de biodégradabilité imposent un PH entre 6,5 et 8,5. Au niveau des sites S1, S2, S3 la variation du PH suivrait celle de la température. Parmi tous les sites S3 renferme les valeurs élevées en PH tant le matin, le soir, que la moyenne de la journée. Cela serait lié au rejet huileux à cet endroit. En moyenne journalière les PH varient entre 6,89 (S4) à 7,76 (S3). On peut dire que ces valeurs sont dans les normes.

III. 2.2.3 Conductivité

Ce paramètre apprécie la minéralisation d'une eau. Au niveau des sites S2, S3, S4, S5 la variation de la conductivité suit celle de la température pour ce qui concerne le matin et le soir. Au niveau de S3 et S4 les moyennes matin, soir et journée se confondent presque. L'écart entre la valeur moyenne du matin et du soir serait au degré de pollution pour S2 et à la température pour S5. Les valeurs élevées de moyenne journalière se situent au niveau de S2 (907 us/cm). La valeur de S3 est aussi grande (849 us/cm) puis vient celle de S1 (735 us/cm).

Le curage du canal a diminué la valeur de la conductivité car elle était de 926 us/cm à 25°C au 10/01/93 au niveau de S3 1545 us/cm pour S2 et 1060 pour S4 (dilution).

A partir de S3 les valeurs de conductivité diminuent (auto épuration).

L'eau étant dans sa finalité déversée dans la nature (marigot de Dasassogo), on pourra rechercher les conditions d'une vie aquatique. Selon "l'aperçu sur la pollution de la ville de Ouagadougou" un excès d'ions dissouts (> 700 us/cm) dans l'eau peut détériorer l'activité aquatique. Par rapport à cela, les valeurs obtenues sont dans l'ensemble acceptables puisqu'on se retrouve en S5 avec une conductivité de 343 us/cm.

III. 2.2.4 R-H (potentiel redox)

Il permet d'apprécier si le milieu est aéré ou anaérobie. Un potentiel supérieur à 300 mv relèverait d'un milieu oxydant bien aéré (aérobiose). Les eaux usées domestiques auraient un potentiel de l'ordre de 40 à 100 mv (septiques). Un potentiel en dessous de 40 mv à négatif caractérise un milieu réducteur (anaérobiose), présence des réducteurs chimiques et de fermentations putrides qui conduisent à la formation de sulfure S₂ et provoquent le dégagement d'hydrogène sulfuré H₂S. Dans ce milieu anaérobie, la faune pratiquement sensible disparaît complètement.

Le potentiel redox est donc témoin de la pollution organique biodégradable.

Les eaux du canal sont dans l'ensemble anaérobies. La valeur la plus élevée (signe négatif) se situe en S2 (-149,90 pour la moyenne de la journée et -205,7 pour les moyennes du soir).

A l'aval (S5) on observe une certaine amélioration de la situation (auto épuration du canal).

III . 2.2.5 *Matières en suspension (MES)*

Les matières en suspension (MES) sont un obstacle à la pénétration de la lumière dans l'eau empêchant le phénomène de photosynthèse.

Les valeurs de MES diffèrent peu au niveau des sites, qu'ils s'agisse du matin ou du soir. La valeur moyenne journalière est très élevée au niveau de S2 (522 mg/l) ce qui caractérise encore le caractère pollué des eaux du marché central. En effet les eaux ne sont pas traitées avant d'être rejetées dans le canal à ce niveau.

La teneur en matière en suspension des eaux du canal diminue jusqu'à atteindre 71,97 mg/l (moyenne de la journée) en S5. Mais demeure toujours supérieure à la norme française qui est de 40 mg/l.

III . 2.2.6 *D.C.O.*

La D.C.O caractérise la pollution organique non biodégradable. En S2 et en S3 on observe un écart important entre les valeurs du matin et du soir, tandis qu'en S1, S4 et S5 elles sont peu distancées. Les moyennes journalières vont de 339 mg/l au niveau de S2 (valeur la plus élevée) à 75 mg/l en S5 (plus petite valeur). On note encore le caractère plus pollué de l'eau venant de la station du marché. La petite valeur obtenue au niveau de S5 montre que sans rejet il y a auto épuration des eaux du canal. Mais les valeurs restent quand même supérieures aux normes (les normes françaises exigent une DCO de 40 mg/l pour les effluent urbains). Les valeurs élevées au niveau de S3 sont liées aux huiles rejetées dans le canal à ce niveau.