

وزارة الجامعات
Ministère aux Universités

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

Contribution a la Réhabilitation de la Station
d'Épuration des Eaux Usées du Versant
Ouest de la Ville de TIZI-OUZOU

Proposé par:

Mr. A. YESSAD

Etudié par:

Mr. OUYED Mustapha

Dirigé par:

Melle. F. HADDOUD

Mr. A. YESSAD

PROMOTION : JUILLET 1992

RESUME

La station d'épuration des eaux usées ouest de la ville de Tizi-Ouzou a été mise à l'arrêt suite aux nombreux problèmes rencontrés dans son exploitation.

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

Le but de ce travail est d'identifier, à travers une série de campagnes d'analyses, les effets de ces problèmes sur le processus d'épuration et de proposer un plan de travail pour la réhabilitation de la station.



SUMMARY

The west side purification station of wasted waters of Tizi-Ouzou town was closed further to many problems appeared in its exploitation.

The objective of this work is to identify, through succession of analysis campaigns, effects of these problems under biologic purification proces and to propose working plan in order to rehabilitate the station.

ملخص

المصحاة الغربية لتطهير المياه القذرة لمدينة تيزي وازو قد اغلقت
ذاتاً للمساكن العديدة التي لمهتت بسبب استغلالها
الغربي من هذا العمل هو فحص، من خلال سلسلة من التحاليل، ماذا تأثير
هذه المشاكل على النظام البيولوجي للتطهير وكذا تقديم مقترح عملي
للاعادة فتح المصحاة

A MA FAMILLE

ET

A TOUS CEUX QUE J'AIME

R E M E R C I E M E N T S

Le présent travail a été mené grâce aux analyses effectuées au laboratoire des eaux de l'E.P.E.TI. Qu'il me soit permis de remercier Mr. A.YESSAD, mon promoteur et directeur de l'unité, pour m'avoir initié au travail de recherche .

Ma gratitude revient aussi à Melle. F.HADDOUD, ma co-promotrice, pour sa minutie et sa patience dans le suivi de mon travail .

Je remercie également :

Le Dr. MEZAOUI, chargé de cours de chimie à l'université de Tizi-Ouzou, pour ses jugements et ses remarques .

Mr. B.KARA et Mr. I.DENNANE, respectivement chef du laboratoire et laborantin, pour leur aide précieuse .

Mr. H.OUAHIOUNE pour sa contribution à la réalisation de ce travail.

Tous ceux qui, de près ou de loin, ont su m'apporter l'aide dont j'ai eu besoin .

Que les membres du jury trouvent ici mes vifs remerciements pour bien vouloir juger ce modeste travail .

S O M M A I R E

الدراسة الوطنية المتعددة التخصصات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

INTRODUCTION	05
PRESENTATION DE LA STATION ET OBJECTIF DU MEMOIRE.....	07
Chapitre I- L'EPURATION BIOLOGIQUE PAR LES BOUES ACTIVEES ...	08
I.1: Introduction	09
I.2: Définition	09
I.3: Le prétraitement	11
I.4: Les boues activées	11
I.4.1: Formation et floculation	12
I.4.2: Mécanismes d'épuration	12
I.4.3: L'aération	13
I.4.4: Cas particulier de l'aération prolongée	15
I.5: Le traitement des boues	17
Chapitre II- DESCRIPTION DE LA STATION OUEST DE TIZI-OUZOU ..	20
II.1: Conception et réalisation	21
II.2: Fonctionnement	21
II.2.1: Le prétraitement	22
II.2.2: Le traitement secondaire	23
II.2.3: Le traitement des boues	23
II.3: Problèmes d'exploitation	24
II.3.1: Problèmes liés aux installations	24
II.3.2: Problèmes liés au rejet	25

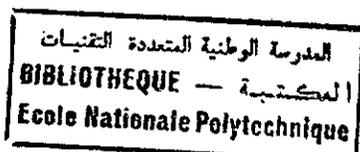
Chapitre III- DIAGNOSTIC DU FONCTIONNEMENT DE LA STATION

III.1: Introduction	27
III.2: Prélèvements	27
III.2.1: Choix des points de prélèvement	27
III.2.2: Mode de prélèvement	28
III.2.3: Campagnes de prélèvement	28
III.3: Technique analytique	29
III.3.1: Coix et importance des paramètres	30
III.3.2: Méthodes de dosage	31
III.4: Résultats d'analyses	31
III.5: Interprétation des résultats	36
III.5.1: La température	36
III.5.2: La turbidité	36
III.5.3: La conductivité	37
III.5.4: L'oxygène dissous	38
III.5.5: Le potentiel d'hydrogène	38
III.5.6: Les matières sèches	38
III.5.7: La demande biochimique en oxygène	39
III.5.8: La demande chimique en oxygène	40
III.5.9: L'analyse bactérienne	40
III.5.10: Les matières décantables	41
III.5.11: Demande en chlore au "Breack point"	41
III.6: Exploitation des résultats d'analyses	42
III.6.1: L'indice de MOHLMAN	43
III.6.2: Le rapport D.C.O / D.B.O.5	45
III.6.3: Calcul des valeurs de production	50
a) Charge spécifique	50
b) Concentration en biomasse dans le bassin	51
c) Charge volumique du rejet	51
d) Production totale de boues	52
III.6.4: Interprétation	52
III.7: Conclusions	53

Chapitre IV- PLAN D'ACTION POUR LA REHABILITATION DE LA STATION

IV.1: A court terme	56
IV.2: A moyen terme	56
IV.3: Consignes pour l'entretien de la station	57
CONCLUSION GENERALE	59
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	60
ANNEXES	63

N O M E N C L A T U R E



- pH : Potentiel d'hydrogène ($-\text{Log} [H^+]$) .
- M.S : Matières sèches (mg / l) .
- D.C.O : Demande chimique en oxygène (mg d'O₂ / l)
- D.B.O.5 : Demande biochimique en oxygène durant 5 jours
(mg d'O₂ / l) .
- F.M.T.37 : Flore mésophile totale après 48 heures à 37°C
(colonies / ml) .
- F.M.T.20 : Flore mésophile totale après 72 heures à 20°C
(colonies / ml) .
- M.D : Matières décantables en deux heures (ml / l) .
- M.M : Matières minérales (mg / l) .
- D.Cl : Demande en chlore au "breck point" (mg de Cl / l)
- V.30 : Volume décantable en 30 minutes (ml) .
- T_e : Temps de séjour de l'eau (heure) .
- T_b : Age des boues (jour) .
- PN : Point de prélèvement n° N .
- X : Symbole du paramètre analytique .
- R : Rendement d'élimination du paramètre X (%)
- E.P.E.TI : Entreprise de Production, de gestion et de distribution
d'eau de Tizi-ouzou .
- C.I.E : Compagnie Internationale des Eaux .

I N T R O D U C T I O N

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

L'eau, cette source de vie, a acquis au cours des âges une importance grandissante dans la vie quotidienne de l'être humain. Ainsi, après l'avoir employée presque exclusivement pour ses besoins ménagers, l'homme, en développant son savoir, a étendu le champ d'utilisation de l'eau, à travers l'industrie et l'agriculture, jusqu'à la hisser en tête des ressources stratégiques des nations .

En effet, les besoins en eau potable varient de nos jours entre 100 et 350 litres par jour et par habitant, et les besoins pour les activités industrielles sont énormes; comme exemple, il est à savoir qu'il faut :

- * 8 à 25 litres d'eau pour 1 litre de bière ,
- * 10.000 à 30.000 litres pour 1 tonne de beurre ,
- * 5.000 à 100.000 litres pour 1 tonne d'acier ,
- * 30 à 110 millions de litres d'eau pour 1 tonne de pâte à papier.

Comme conséquence à cette consommation élevée, les rejets urbains et industriels déversés quotidiennement dans les lacs et les rivières ont considérablement diminué le potentiel hydrique de la planète. Le pouvoir auto-épurateur des eaux de surface ainsi que le pouvoir filtrant du sol s'avèrent insuffisants à protéger les milieux récepteurs contre les effets de la pollution issue de l'activité humaine .

Pour parer à cette situation, l'homme a conçu des stations pour l'épuration des eaux usées et développé une technologie conséquente dans le domaine de la protection des milieux récepteurs. Ces stations sont actuellement très répandues à travers le monde, et leur réalisation est devenue systématique et obligatoire pour les grands centres urbains et les industries grandes consommatrices d'eau.

Cependant, la conception et la réalisation d'une station d'épuration coûte cher, et cela est encore plus vrai pour les pays du tiers monde qui, pour autant que la volonté politique existe, doivent recourir aux services des entreprises occidentales spécialisées, moyennant des paiements en devises fortes.

En Algérie, les années 1970 ont vu le lancement de la réalisation de nombreuses stations d'épuration disséminées à travers le territoire national. Ces stations, une soixantaine, sont aujourd'hui abandonnées au jeu des forces naturelles et le nombre de celles qui sont relativement fonctionnelles est dérisoire .

De ce fait, il est urgent que les pouvoirs publics et l'ensemble des opérateurs concernés par la protection de l'environnement, prennent conscience de la lourde menace qui pèse sur la disponibilité de l'eau dans notre pays et usent de tous les moyens possibles pour préserver cette richesse inestimable.

Cette situation a malheureusement fait dire que " le temps des rivières est terminé, celui des égouts a commencé". J'espère, pour ma part, que nous n'aurons jamais à échanger notre pétrole contre de l'eau potable .

PRESENTATION DE LA STATION ET OBJECTIF DU MEMOIRE

La station d'épuration des eaux usées ouest de Tizi-Ouzou est située à la sortie de la ville, en bordure de la route nationale n° 5 reliant Alger à Tizi-Ouzou, à proximité du village appelé "Boukhalfa".

Cette station a été conçue au cours de l'année 1977 et son rôle principal consiste à protéger l'oued Sebaou (fig.1) contre la pollution provenant des rejets urbains du versant ouest de la ville ainsi que par les rejets de l'abattoir municipal. Pour cela, le procédé qui fut retenu est l'épuration biologique par les boues activées avec aération prolongée. Sa mise en service remonte à l'année 1984 et son exploitation est actuellement assurée par l'E.P.E.TI .

Dependant, après moins de dix ans d'exploitation, cette entreprise s'est vu dans l'obligation de fermer la station suite aux nombreux problèmes, aussi bien techniques que financiers, qui ont vu le jour .

Dans le souci de remédier à cette situation, notre travail consiste à mettre à jour l'ensemble de ces problèmes, par la définition de leurs causes ainsi que de leurs effets sur le processus d'épuration; et à proposer, aux différentes structures concernées, un plan d'action qui puisse permettre la réhabilitation de la station .

Nous avons introduit notre étude par un résumé des principales notions concernant l'épuration biologique par les boues activées, où une attention particulière a été mise à la définition du procédé à aération prolongée pour pouvoir décrire les différentes structures qui composent la station et les problèmes principaux auxquels elles sont confrontées .

Ensuite, nous avons présenté les résultats des campagnes de prélèvement qui nous ont permis d'établir un diagnostic du fonctionnement de la station. Ce diagnostic est utilisé au alors pour dresser un plan d'action qui, nous l'espérons, aidera l'E.P.E.TI dans sa volonté de mettre un terme à la destruction du patrimoine naturel de notre pays .

Bassin versant de l'oued Sébaou

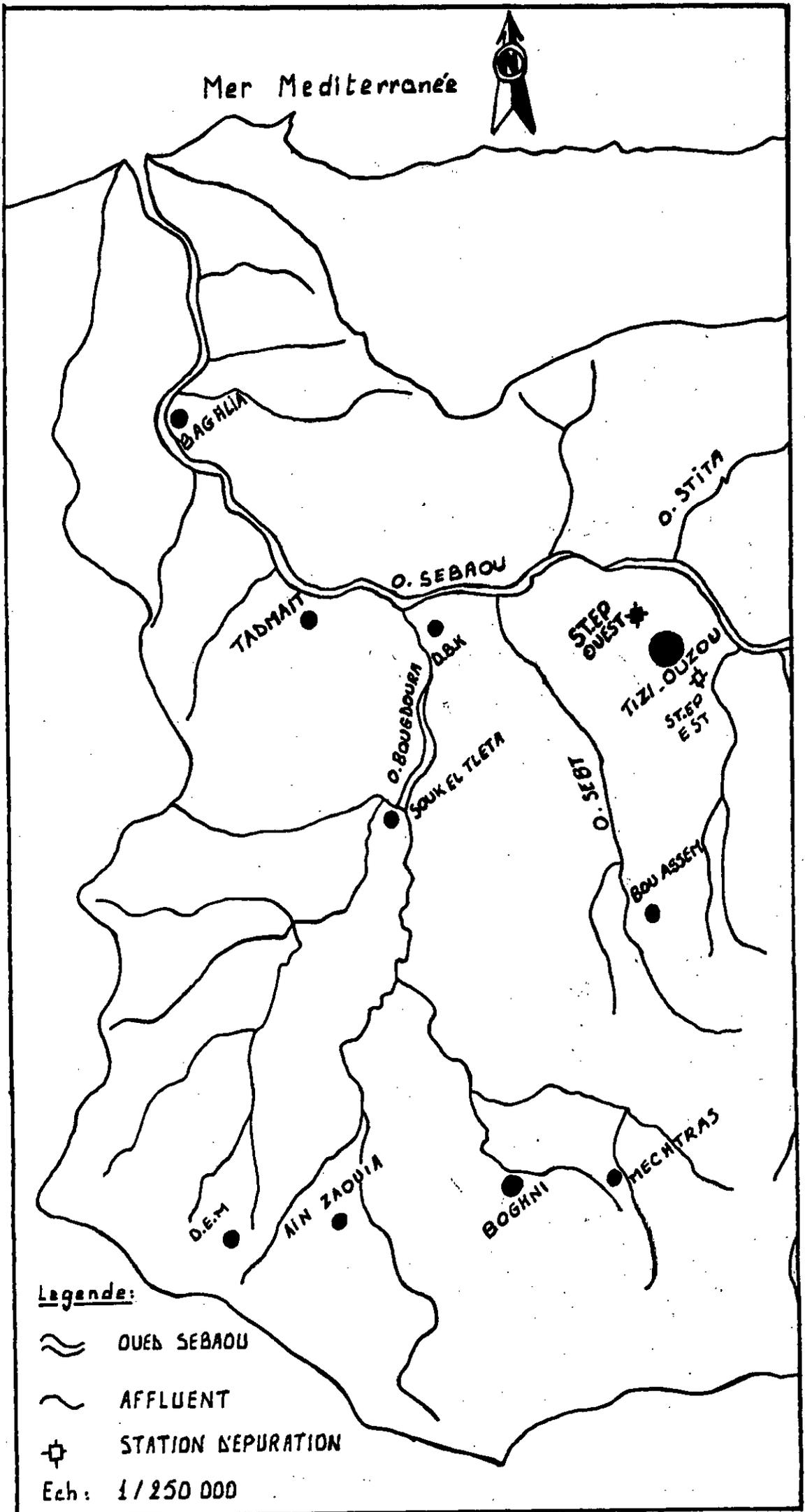


Fig. 1: Situation géographique de la station ouest de la ville de TIZI-OUZOU

Chapitre 1:

L'EPURATION BIOLOGIQUE PAR LES BOUES ACTIVEES

I.1: Introduction :

Dans les pays où la ressource première en eau potable est constituée par les eaux de surface, la protection des lacs et des rivières revêt une importance stratégique. Cette protection a nécessité la mise au point de techniques d'épurations capables de faire face aux quantités considérables de rejets d'eaux usées engendrées par la croissance économique et démographique de ces pays.

L'épuration biologique par les boues activées représente l'une des techniques les plus répandues et les plus anciennes connues dans le monde (La plus grande station d'épuration de France, celle d'Achères, près de Paris a été créée en 1933). De par la simplicité de son principe et de sa mise en oeuvre, son étude et son utilisation ont connu un essor important dans les pays en voie de développement, où les quantités d'eaux usées ont augmenté avec la croissance démographique.

I.2: Définition :

L'épuration par les boues activées est un procédé dont l'objectif est de reproduire, à l'échelle industrielle, les mécanismes du pouvoir auto-épurateur des eaux naturelles de surface (lacs, rivières, ...etc.) . .

Son étude et sa mise au point semblent avoir été réalisées à MANCHESTER en 1914 par ARDERN ET LOCKET. Cette appellation de "boues activées" trouve son origine dans l'observation, lors d'une aération suffisante des eaux, de flocons de boues qui semblaient jouer un rôle actif dans le processus de dépollution.

La nécessité de faire face à des eaux usées de qualité et d'importance divers a engendré la mise au point de différents types de stations d'épuration à boues activées qui sont classés comme suit: (Larpent, 1985)

- Forte charge volumique : $Cv > 1,5$ kg DB05/jour.m³ .
- Moyenne charge volumique : $0,6 < Cv < 1,5$ kg DB05/jour.m³.
- faible charge volumique : $0,35 < Cv < 0,6$ kg DB05/jour.m³.

- Aération prolongée : Cv < 0,35 kg DB05/JOUR.m3 .

La protection des milieux récepteur contre une accélération de l'eutrophisation constitue l'une des tâches premières de ces stations. En effet, la formation naturelle des algues à la surface des eaux engendre une diminution du taux de pénétration de l'oxygène créant ainsi une situation "d'étouffement" allant à l'encontre de la vie aquatique. L'apport d'azote et de phosphore par les eaux usées non épurées favorise la croissance des algues et accélère le phénomène naturel d'eutrophisation .

L'épuration de ces rejets demande la réalisation d'une station dont le schéma classique peut être présenté comme suit :

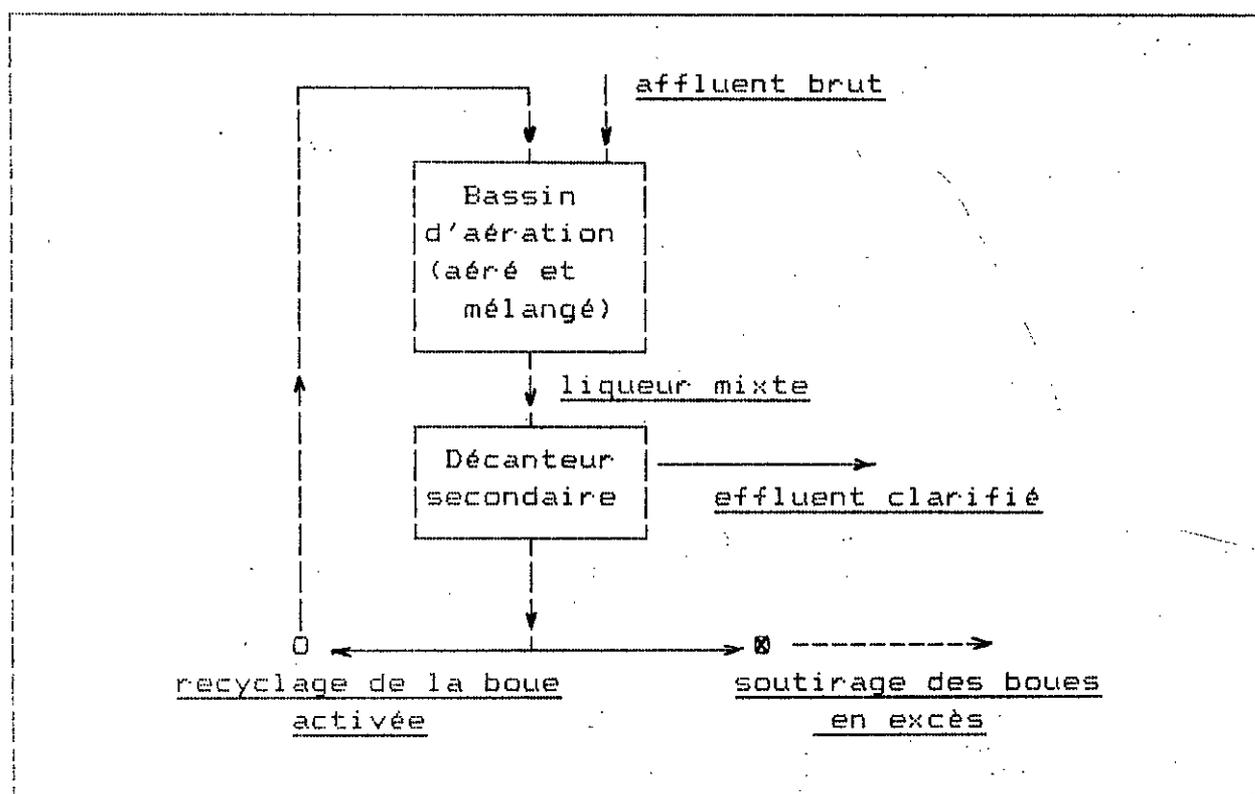


fig.2 : Schéma du principe de l'épuration par les boues activées

Avant de subir le traitement biologique, le rejet doit être débarrassé de tous ses constituants susceptibles de gêner le déroulement du processus d'épuration. Pour cela, chaque station est équipée d'un poste de prétraitement .

I.3: Le prétraitement :

Située en amont de la station, cette opération vise d'une part, la protection des installations contre le colmatage et la détérioration, et d'autre part, l'élimination des constituants du rejet dont les caractéristiques physico-chimiques peuvent présenter un aspect inhibiteur vis à vis du processus d'épuration biologique.

Le prétraitement débute obligatoirement par le dégrillage; cette étape consiste à conduire l'eau à travers une ou plusieurs grilles à espacement décroissant pour assurer l'élimination des particules grossières (pierres, bois, ...etc).

Les matières qui ne peuvent être retenues par les grilles et dont la densité est très supérieure à celle de l'eau sont ensuite éliminées par une décantation primaire avec un temps de séjour avoisinant 2 heures. Cependant, dans le cas des très faibles charges, cette opération n'est pas réalisée car la proportion de ces particules est de l'ordre de 1%; elle est alors remplacée par un poste de déssablage-deshuilage qui consiste en un décanteur cylindro-conique dans lequel est injecté de l'air sous pression pour accélérer la flottation des huiles et des tensio-actifs sous forme de mousse plus ou moins dense éliminée en surface. Ce système permet également l'aération préliminaire du rejet et la décantation partielle des sables fins lors des arrêts périodiques de la pompe d'injection de l'air.

La présence des tensio-actifs influe directement sur la structure et la stabilité des floccs qui sont alors moins élastiques, plus fragmentables et donc plus difficilement décantables. De plus, la mousse qui se forme à la surface du bassin d'aération adsorbe les micro-organismes isolés et les libère, en se cassant, dans l'effluent épuré.

Le traitement primaire achevé, le rejet est dirigé vers le bassin d'aération pour subir le processus d'épuration par les boues activées.

I.4: Les boues activées :

Les boues activées représentent un facteur essentiel dans le processus d'épuration. Leur activité est caractérisée par

l'interaction des plusieurs mécanismes ayant des aspects aussi bien physico-chimiques que biochimiques que nous tentons, ici, de résumer .

I.4.1: Formation des floccs bactériens :

La formation des floccs est générée par le rassemblement des cellules bactériennes entre elles. Les mécanismes de floculation sont encore mal connus mais on a pu identifier récemment l'existence d'un "liquide floculant" formé de polysaccharides et de polyesters, parfois très visqueux, sécrétés par les cellules. (Edeline, 1988) .

Les micro-organismes responsables de la formation des boues appartiennent à des genres très divers de la microflore banale du sol et des eaux superficielles. Cependant, la qualité nutritive de l'eau usée crée un aspect compétitif qui implique toujours la prédominance d'un genre par rapport à d'autres .

C'est ainsi qu'un rejet riche en matières protéiniques favorise le développement des genres Alcaligènes, Bacillus ou Flavobacterium; une eau riche en glucides ou en hydrocarbures conduit à la prédominance du genre Pseudomonas. La présence de soufre réducteur se répercute par le développement des genres Thiotrix. (Larpen, 1985) .

Cependant, et quelque soit le genre microbien prédominant, le comportement des boues activées, vis à vis du rejet à traiter, répond à des mécanismes d'épuration dont l'étude est essentielle pour la maîtrise du fonctionnement de la station .

I.4.2: Mécanismes d'épuration :

Le mécanisme de dépollution des eaux usées par les boues activées est essentiellement un phénomène de surface et repose donc sur l'adsorption, par les floccs, du substrat présent dans le rejet. L'existence de bactéries isolées pose principalement un problème de contamination de l'eau épurée; cependant, leur nombre est assez restreint et leur élimination est généralement assurée par les protozoaires présents dans l'eau .

La métabolisation des composés solubles, généralement facilement assimilables par les micro-organismes, est probablement terminée en moins d'une heure. Les colloïdes doivent être préalablement décomposés par des exo-enzymes; leur métabolisation nécessite donc une plus longue période d'aération. L'hydrolyse des matières en suspension est beaucoup plus lente; il est probable qu'une partie de celles-ci est éliminée comme telle dans la vidange des boues secondaires en excès, du moins dans les procédés classiques à boues activées. Ce n'est pas le cas des systèmes à aération prolongée dans lesquels la partie biodégradable des matières en suspension est éliminée. (Eckenfelder, 1982) .

L'activité des micro-organismes étant continue dans l'installation, une production de boue s'effectue dans le décanteur secondaire. Cependant, celle-ci est négligée dans les calculs pour le dimensionnement de la station du fait de sa faible proportion.

En effet, c'est dans le bassin d'aération, siège de l'activité bactérienne, que s'opère l'essentiel de la production de boues. Néanmoins, l'importance de celle-ci est étroitement liée au système d'aération utilisé et à son efficacité.

1.4.3: L'aération :

Le bassin d'aération est le réacteur dans lequel s'effectue le processus d'épuration. L'activité microbienne est alors caractérisée par la formation de floccs de boues activées qui sont de 3 à 6 fois plus solides que les floccs d'alumine. (Edeline, 1988)

Le brassage mécanique et l'apport d'oxygène pur ou contenu dans l'air, assure une homogénéisation de la taille et de la répartition de ces floccs dans le réacteur ainsi que le maintient des conditions favorables à une fermentation aérobie.

Les dispositifs d'aération habituellement utilisés dans le domaine du traitement des eaux usées peuvent être classés de la manière suivante: (Eckenfelder, 1981)

- 1- Dispositif d'injection d'air sous pression ;
- 2- Systèmes d'aération à turbines avec mobile d'agitation sous lequel est injecté de l'air comprimé ;

3- Aérateurs de surface réalisant le transfert de l'oxygène par une turbulence accrue au voisinage de la surface et par la dispersion du liquide ;

4- Aérateurs statiques où l'air sous pression est injecté à la base de tubes cylindriques placés verticalement et qui contiennent des éléments internes de forme hélicoïdale .

L'aération en surface est actuellement largement utilisée du fait de sa structure très peu encombrante. Elle consiste en un moteur associé à un réducteur reliés à des pales immergées dont le fonctionnement peut être schématisé comme suit :

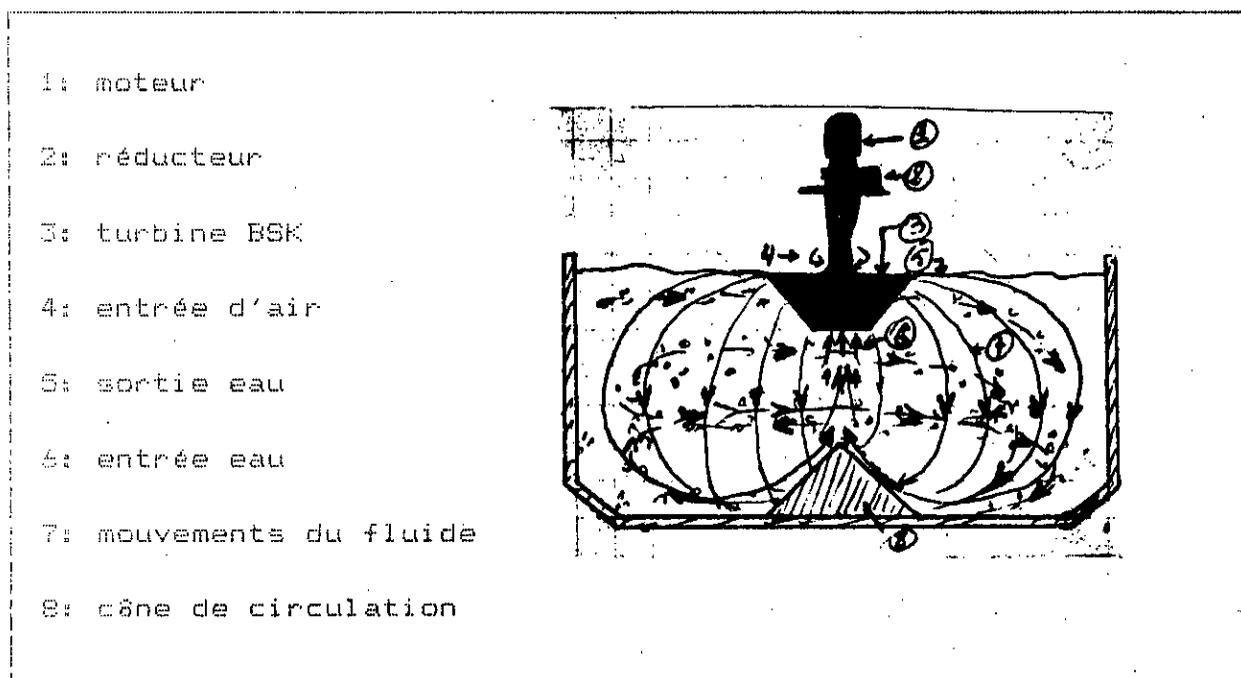


fig.3 : (Eckenfelder, 1981)
Aérateur de surface

Le transfert d'oxygène pour ce genre de système résulte de deux phénomènes: (Eckenfelder, 1981)

- Transfert vers les bulles et les fines couches de liquide dispersées par les palettes du dispositif.

- Transfert naturel au niveau du plan d'eau fortement agité et transfert par les bulles d'air entraînées qui viennent crever à la surface du plan d'eau .

Sous l'effet du brassage du milieu réactionnel, les boues activées sont fractionnées et leur surface spécifique, donc leur efficacité, est accrue; mais cette réduction de diamètre ralentit leur vitesse de décantation. Dans ce cas, un gradient de vitesse d'agitation optimal doit être maintenu afin de permettre une bonne circulation de l'oxygène sans compromettre gravement la floculation des boues. Ce gradient de vitesse semble varier entre 50 et 200 s⁻¹ et les flocons normaux ont alors une dimension de 20 à 200 μ.

Du fait que la biomasse se forme lentement et afin de maintenir une concentration et une activité des boues constantes, un recyclage de ces dernières s'avère nécessaire. Ainsi, le mélange mixte issu du bassin d'aération est dirigé vers le décanteur secondaire; l'eau épurée est alors évacuée en surface et les boues décantées, mais encore riches en eau, sont réinjectées dans le bassin d'aération.

Lorsque la concentration des boues dans le bassin d'aération atteint un niveau maximal qui varie selon le type de station considérée, elles sont évacuées du décanteur secondaire et acheminées vers un traitement spécifique permettant leur exploitation future. Il y'a alors lieu de distinguer, au sein d'une station d'épuration, deux temps de séjour différents:

Te : Temps de séjour de l'eau dans le bassin d'aération .

$$T_e = \left[\frac{\text{Débit de l'eau}}{\text{Volume du bassin}} \right]^{-1}$$

Tb: Temps de séjour des bous dans l'installations ou (age des boues) .

$$T_b = \frac{\text{Biomasse présente}}{\text{Biomasse purgée / unité de temps}}$$

1.4.4: Cas particulier de l'aération prolongée :

Comme son nom l'indique, ce procédé d'épuration est caractérisé par des temps de séjour Te et Tb plus élevés que ceux rencontrés dans les autres procédés à boues activées.

Ainsi, le temps de séjour T_e est généralement égal à 24 heures tandis que l'âge des boues T_b varie de 10 à 30 jours. Une telle installation peut être schématisée comme suit :

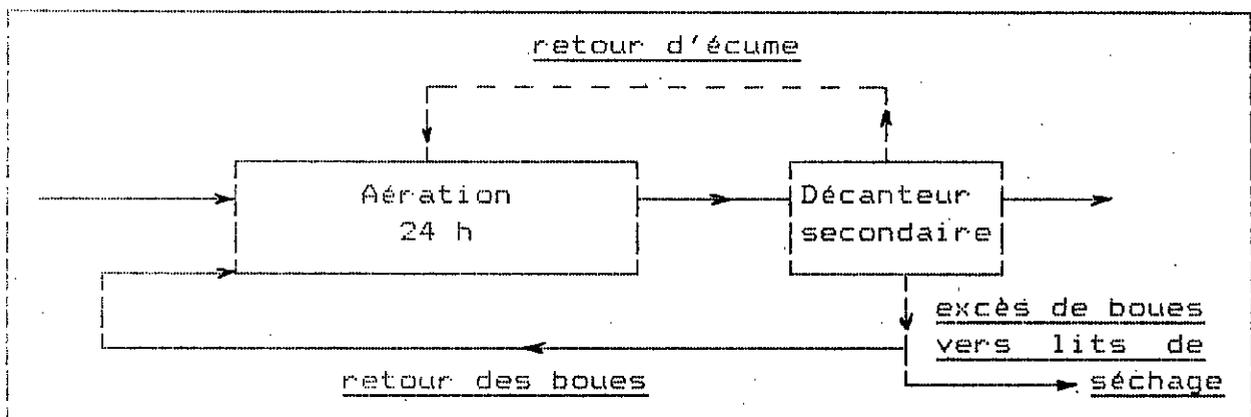


fig.4 : Schéma fonctionnel d'une station d'épuration à aération prolongée

Les temps de séjour élevés s'expliquent par le fait que les eaux destinées à ce traitement sont caractérisées par un débit inférieur à $4500 \text{ m}^3/\text{j}$, une faible charge massique (inférieur à $0,35 \text{ kg DBO}_5 / \text{j.m}^3$) et une faible vitesse ascensionnelle au décanteur secondaire (inférieur à $25 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{j}$).

Cependant, la concentration en biomasse dans le bassin d'aération est très élevée (5 à 8 g/l) car le taux de recyclage est très important (supérieur à 90 %); ceci aboutit alors à un rendement d'élimination de la pollution organique supérieur à 90 %.

Le temps d'aération élevé permet une minéralisation totale du substrat, y compris la partie biodégradable des matières en suspension, mais implique également des micro-organismes en phase de déclin à la suite de l'épuisement de toutes leurs réserves intra et extra-cellulaires; dans ces conditions, la production de boue est très faible et avoisine $0,1$ à $0,2 \text{ kg}$ de boue par kilogramme de DBO_5 réduite.

Comme corollaire, on observe une consommation d'oxygène élevée; $1,3$ à 2 kg d'oxygène par kg de DBO_5 éliminée. La nitrification est généralement importante sinon totale. Le procédé est également intéressant pour sa stabilité, en effet il peut accepter assez facilement des surcharges instantanées très importantes sans répercussions fâcheuses sur son bon fonctionnement. (Roques, 1979).

1.5: Le traitement des boues:

Lorsque la concentration des boues dans le bassin d'aération atteint un seuil critique, caractérisé par une détérioration de la qualité de l'effluent épuré, elles sont directement purgées du décanteur secondaire vers le digésteur des boues. Celui-ci est une construction fermée, généralement de forme cylindrique, dans laquelle est maintenue une température comprise entre 30 et 35°C et où l'on dispose des pales hélicoïdales assurant l'agitation du milieu afin d'une part, éviter la solidification des boues en gâteaux et d'autre part, homogénéiser l'activité des micro-organismes anaérobies.

Cette activité se traduit d'abord par la transformation des protéines, des lipides et des hydrates de carbone en acides volatils (surtout acide acétique) qui, à leur tour sont transformés en gaz contenant 50 à 60 % de méthane. Après 30 jours de fermentation, on peut obtenir environ 950 litres de gaz par kilogramme de matière organique détruite; ces gaz peuvent alors être utilisés pour le chauffage des digésteurs ainsi que des locaux de la station.

Les boues résiduelles doivent ensuite être débarassées de leur eau; pour cela, on dispose le plus souvent de filtres à sables appelés "lits de séchages" couverts dans les régions à forte pluviométrie. Pour les stations à aération prolongée, les boues résiduelles sont très peu fermentescibles du fait de leur minéralisation très poussée; elles sont alors acheminées directement vers les lits de séchage après une décantation de quelques jours dans un épaisseur de boues.

Les boues séchées sont très fertilisantes grâce surtout à l'azote qu'elles contiennent. mais, une étude qualitative s'impose avant toute utilisation car il y'a autant de sortes de boues que de stations d'épuration; cependant; les différents types de boues sont généralement classés de la façon suivante: (Larpen, 1985)

- Organique hydrophile : stations d'épuration d'eaux résiduaires urbaines, matières organique prédominantes; eaux résiduaires des industries agricoles et alimentaires, des industries textiles, de la pétrochimie.

- Huileuse hydrophile : raffinerie, ateliers mécanique, laminage et métallurgie.

- Minérale hydrophile : eau de rivière ou de forage, eaux résiduaires de traitement de surface des métaux, chaîne minérale, colorants, teinturerie, tannerie .

- Minérale hydrophobe : cas de rivière ou de forage, fonderie, lavoir à charbon, lavage de gaz de fumée .

- Fibreuse : papeterie, pâte à papier, cartonnerie .

Ces boues abritent toujours des germes pathogènes (Staphylocoques) que l'on peut détruire par une exposition de deux à trois jours au soleil. Certains noyaux, pepins et graines (tomate) résistent au traitement et germent dans les boues. Lors de leur utilisation en agriculture, on doit les enfouir par un labour quelques jours après leur épandage et si celui-ci s'effectue en surface dans les prairies, il faudra alors attendre au moins 3 jours avant de laisser paître les troupeaux (Larousse agricole, 1989) .

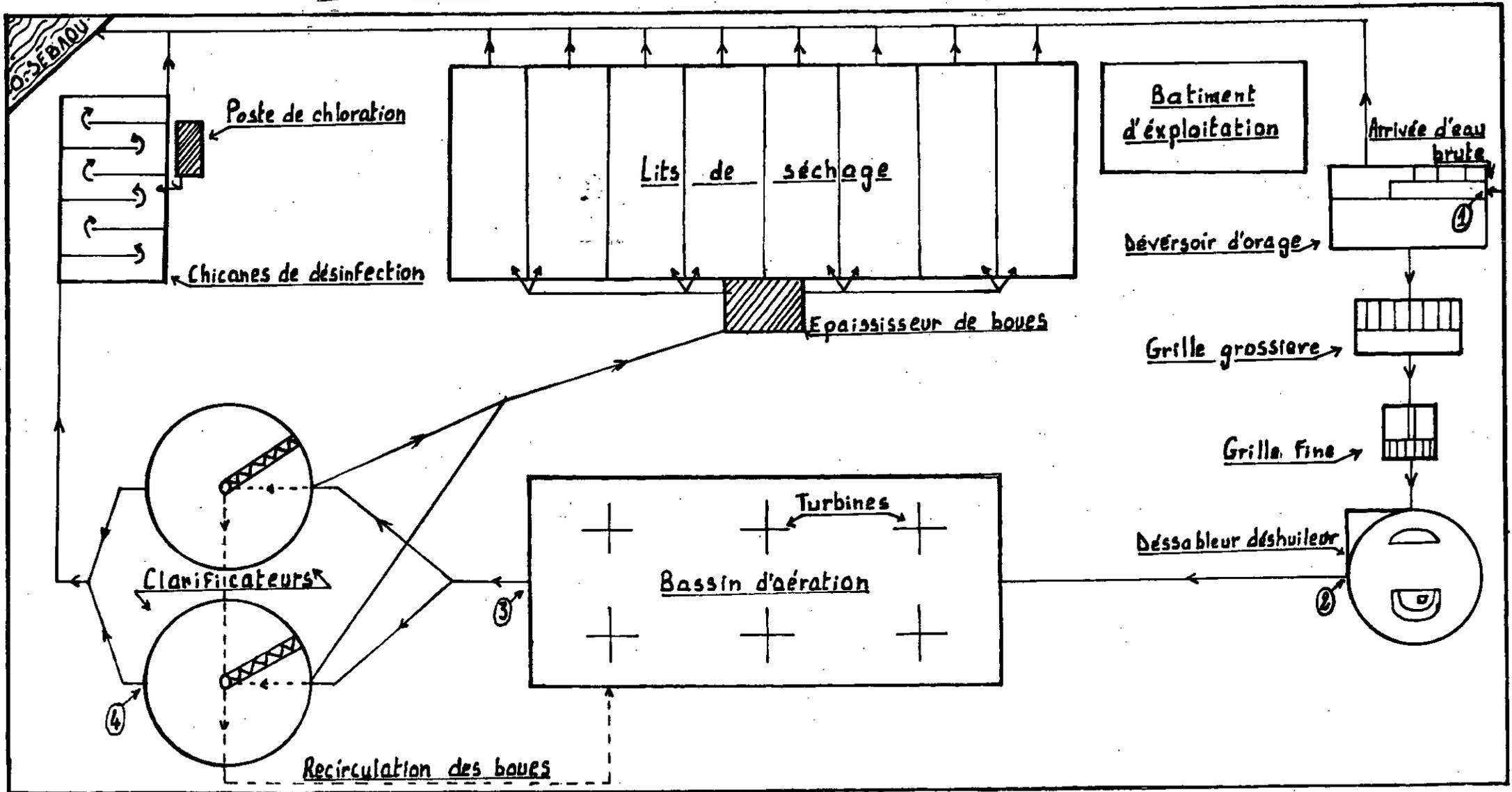
tableau.1: Comparaison des différents procédés classiques de traitement par les boues activées (Roques,1979)

Procédé	Forte charge	Conventionnel	Oxydation totale
Charge organique spécifique (kg DB05/kg de boue sèche-jour)	1 à 5	0,2 à 0,5	0,02 à 0,1
Temps de passage (heure)	1 à 2	3 à 6	10 à 20
Taux de recyclage des boues	0,6 à 0,8	0,8 à 0,95	> 0,95
Concentration en biomasse dans le bassin en g/l	1,5 à 3	3 à 5	3 à 8
Production spécifique de boues (kg de boue sèche/kg DB05 réduite)	0,4 à 0,7	0,3 à 0,5	0,1 à 0,2
Rendement en dépollution	0,50 à 0,70	0,80 à 0,90	> 0,90
Consommation spécifique des boues en O ₂ (kg O ₂ /kg DB05 réduite)	0,4 à 0,8	0,8 à 1,2	1,3 à 2
Nitrification	nulle	commencée	très avancée
Modèles utilisables dans le calcul	WETSBURG et avec précaution MONOD (2°)	HERBERT WETSBURG	HERBERT WETSBURG

Chapitre II:

DESCRIPTION DE LA STATION OUEST DE TIZI-OUZOU

Fig.5 : SCHEMA DESCRIPTIF ET SITUATION DES POINTS DE PRELEVEMENT



Station d'épuration des eaux usées ouest de la ville de TIZI-OUZOU

II.1: Conception et réalisation :

La station d'épuration des eaux usées ouest de la ville de Tizi-Ouzou a été conçue au cours de l'année 1977 par la Compagnie Internationale des Eaux (C.I.E), du groupe Rhône Poulenc, dont le siège est à Paris .

L'objectif initial du projet était de faire face aux rejets correspondants à 16.000 habitants et le procédé retenu était l'épuration biologique par boues activées avec séparation de la stabilisation des boues. Ce procédé fut abandonné lorsque la direction de l'hydraulique de la wilaya de Tizi-Ouzou décide de connecter à l'installation les rejets de l'abattoir municipal. Il fut remplacé par le procédé à aération prolongée auquel C.I.E attribue les avantages suivants :

- Plus grand volume de bassin donc phénomène tampon très efficace, particulièrement pour les eaux d'abattoir, et donc meilleur rendement .

- Stabilisation des boues directement dans le bassin d'aération. d'où une surveillance très réduite et une fiabilité extrême d'exploitation .

- Pas d'odeur à craindre .

La réalisation de la station a été confiée à l'entreprise nationale E.T.G.R.U, dont le siège est à Tizi-Ouzou, et sa mise en service s'est déroulée au cours de l'année 1984 .

Il est à signaler que cette station fonctionne en parallèle avec la station "est" (conçue par Degremont, France, fig.1) pour l'épuration des eaux usées de Tizi-Ouzou à l'exception des rejets de la nouvelle ville dont la station d'épuration est actuellement en projet au niveau du "pont de Bougie" .

II.2: Fonctionnement :

Les caractéristiques du rejet qui furent à la base du dimensionnement de la station sont :

Charge de pollution :

- Nombre d'habitants : 16.000
- Charge massique : 70 g de D.B.O.5 / j / hab .
- débits de consommation : 250 l / j /hab .J

- Charge de DBO5 pour 16.000 habitants		
16.000	x 70	: 1.120 kg / jour
- Charge apportée par l'abattoir		: 400 kg / jour

	Total :	1.520 kg / jour
Débits :		
- 16.000	x 250	: 4.000 m3 / jour
- Abattoir		: 320 m3 / jour

	Total :	4.320 m3 / jour
- Débit de pointe		: <u>510 m3 /heure</u>

Les structures qui ont été adoptées pour la réalisation des traitements primaires et secondaires se présentent comme suit (fig.5) :

II.2.1: Le prétraitement :

L'eau brute, acheminée par des buses de 500 mm de diamètre, arrive sur le poste de prétraitement qui est constitué de :

- un déversoir d'orage dont le rôle est l'élimination d'une éventuelle surcharge, caractérisée par un débit supérieur à 510 m³/h, vers la rivière.
- un poste de dégrillage constitué d'une grille grossière (20 mm) et d'une grille fine (10 mm), courbe, munie d'un rateau-peigne à moteur que l'on peut actionner soit par commande manuelle soit par commande automatique à déclenchement périodique réglable, pour débarasser les matières retenues (tissus, plastique, ...etc) .
- un déssableur déshuileur de diamètre 2 m, muni d'une pompe à injection d'air pour remplacer la décantation primaire inefficace pour les rejets riches en matières en suspension.

Les matières retenues par le prétraitement sont soit incinérées dans l'aire de la station, soit évacuées vers la décharge publique; et l'eau débarassée de ces matières est dirigée gravitairement vers le bassin d'aération .

II.2.2: Le traitement secondaire :

Celui-ci débute dans le bassin d'aération qui, muni de trois oxymètres immergés pour la contrôle de l'évolution du processus d'épuration, présente les caractéristiques suivantes :

- Charge volumique retenue : 0,36 kg de DB05/m³
- Cotes du bassin
 - . section : 31 m x 45 m
 - . hauteur d'eau : 3,5 m
 - . hauteur totale: 4,1 m
- Nombre d'aérateurs de surface : 2 x 37 kW
4 x 30 kW
- Puissance de brassage : 39,9 W / M²

Le bassin d'aération est suivi de deux clarificateurs munis de ponts racleurs. La surface de décantation totale prévue est de 700 m² à raison d'un diamètre de 21 m pour chaque décanteur et d'une vitesse ascensionnelle maximale de 0,75 m / h .

Le taux de recirculation des boues étant voisin de 200 %, il a été prévu à cet effet deux pompes de 90 m³/h et deux groupes de 180 m³/h.

À la sortie des clarificateurs, la désinfection de l'effluent épuré a été prévue par la mise en place d'un dispositif d'ajout de chlore gazeux. Le brassage de l'eau et du chlore est assuré par le passage du mélange à travers des chicanes disposées de façon à imprimer à l'effluent un mouvement de rotation, créant ainsi des zones de tourbillons où le taux de contact des deux phases est élevé .

II.2.3: Le traitement des boues :

Pour le traitement des boues résiduelles, il a été prévu un épaisseur de boues de 100 m³ (5m x 5m x 4m) et 7 lits de séchage de section 20m x 12m où l'eau de percolation est filtrée par plusieurs couches de sables à granulométries décroissantes, puis récupérée par des buses perforées et rejetées à la rivière. Les boues séchées sont alors extraites des lits de séchage par pelles et brouettes et stockées dans l'aire de la station .

Il est à signaler enfin, que toutes les opérations de la station sont dirigées à partir du bâtiment d'exploitation d'où l'armoire de commande supervise le fonctionnement des machines électriques tout en fournissant la mesure des débits d'entrée et de sortie de l'eau .

II.3: Problèmes d'exploitation :

Après la direction de l'hydraulique de la wilaya de Tizi-Ouzou et l'entreprise nationale des eaux SO.NA.D.E, la station d'épuration a été confiée à l'E.P.E.TI (Entreprise de Production, de gestion et de distribution d'Eau de Tizi-ouzou) qui en fait, est issue de la restructuration des entreprises au cours des années 1980 .

Avec l'avènement de l'autonomie des entreprises algériennes, l'E.P.E.TI ne pouvait plus supporter la charge financière imposée par le fonctionnement de la station. C'est ainsi que fut établie en janvier 1991 une convention entre l'A.P.C de Tizi-Ouzou qui s'engage à financer les besoins de la station, et l'E.P.E.TI qui a la charge de son exploitation et de sa gestion .

Cependant, au jour de la rédaction de ce mémoire, l'A.P.C de Tizi-Ouzou n'a toujours pas respecté ses engagements. L'E.P.E.TI, ne pouvant plus assurer l'entretien financier, a décidé de fermer la station pour éviter que ne dégénèrent les problèmes nombreux, rencontrés dans son exploitation, que l'on peut citer comme suit :

1- Problèmes liés aux installations :

- Obturation très fréquente des regards d'aménage par les objets encombrants jetés par les riverains .

- Détérioration de tous les appareils de mesures automatiques (oxymètres, débitmètres) .

- Arrêt de l'un des aérateurs de surface suite à la fissuration du carter d'huile .

- Encombrement de l'aire de la station par les grandes quantités de boues et de matières issues du prétraitement .

- Inutilisation, et donc abandon, du poste de chloration par manque du produit .

- Exposition de la station au vol et aux actes de vandalisme par manque de surveillance de nuit .

2- Problèmes liés au rejet :

La caractéristique du rejet reçu par la station est sa richesse en ciment dont les effets visibles peuvent être énumérés comme suit :

- Solidification au fond des installations (déssableur, bassin d'aération, clarificateurs, épaisseur de boues) et donc entrave à la circulation libre du rejet .

- Association avec les boues résiduelles et de ce fait refus de leur utilisation de la part des agriculteurs .

Afin de mieux connaître les effets de l'ensemble de ces problèmes sur le processus d'épuration proprement dit, nous avons remis la station en état de marche et avons procédé à des campagnes de prélèvements et d'analyses pour l'établissement d'un diagnostic de fonctionnement .

Chapitre III :

DIAGNOSTIC DU FONCTIONNEMENT DE LA STATION

III.1: Introduction :

Pour les raisons que nous avons évoqué au chapitre II, la station ouest de la ville de Tizi-Ouzou est demeurée à l'arrêt jusqu'au début des campagnes de prélèvement; de ce fait, les analyses effectuées ont pour objectifs d'une part, le suivi de l'évolution du processus d'épuration au cours du temps et d'autre part, la mesure de l'efficacité de ce processus vis à vis des rejets traités .

Les analyses décrites plus loin ont été effectuées dans le laboratoire des eaux de l'E.P.E.TI. Elles revêtent un caractère ponctuel mais répondent tout à fait aux objectifs précités du fait que le processus d'épuration adopté par la station est du type "aération prolongée" où l'âge des boues est très élevé(c.f: SI.4.4)

III.2: Prélèvements:

Les conditions et les modalités dans lesquelles se sont opérés les prélèvements nous ont été dictées par notre souci de rigueur quant à l'aspect significatif des résultats de mesures .

Pour cela, nous avons opté, suite à la recherche bibliographique, pour un échantillonnage dont les caractéristiques se présentent comme suit :

- Un mode ponctuel des prélèvements, étalés sur une durée de 21 jours .

- Une régularité dans la période de prélèvement (entre 09:00 et 10:30) , coïncidant ainsi avec l'arrivée des eaux d'abattoir où l'horaire de travail se situe entre 05:00 et 11:00 .

- Des méthodes de prélèvement et de transport des échantillons compatibles avec les normes scientifiques internationales .

III.2.1: Choix des points de prélèvement :

Afin d'établir un diagnostic du fonctionnement de la station, nous avons opté pour le principe de "la boîte noire" dans notre

choix de l'emplacement des points de prélèvement. Ainsi, l'efficacité de chacune des trois grandes phases que sont le prétraitement, l'aération et la clarification est mesurée grâce à l'analyse de la qualité de l'eau à l'entrée puis à la sortie de chacun des postes, considéré ainsi comme "boite noire" .

Les points de prélèvement, représentés par leur numéros respectifs sur la figure 5, ont été répartis comme suit :

P1 : Entrée du déversoir d'orage (eau brute) .

P2 : Sortie du déssableur déshuileur (prétraitement) .

P3 : Sortie du bassin d'aération (aération) .

P4 : Sortie du décanteur en marche (clarification) .

Pour ce qui est du point P4, le prélèvement aurait dû se faire au niveau des chicanes de désinfection; cependant, l'arrêt de l'un des deux clarificateurs et l'absence de chloration de l'effluent épuré a rendu cela inutile. De ce fait, le prélèvement s'est effectué directement à la sortie du décanteur en marche .

III.2.2: Mode de prélèvement :

Nous avons procédé à un prélèvement manuel des échantillons dans des flacons en verre d'un litre. Après un rinçage minutieux des récipients par l'eau à analyser, nous avons prélevé deux litres aux points P1 et P4 et un litre aux points P2 et P3. Pour l'analyse bactériologique, nous avons utilisé des flacons stérilisés de 200 ml. Les mesures de température et d'oxygène dissous ont été effectuées sur les lieux à l'aide d'un oxythéromètre digital préalablement étallonné .

Les échantillons sont alors transportés dans une glacière à 4°C puis conservés au laboratoire dans un réfrigérateur à une température légèrement inférieure .

III.2.3: Campagnes de prélèvement :

Les campagnes de prélèvement sont au nombre de 4 et se sont déroulées entre le 27/04/1992 et le 18/05/1992 suivant les

conditions détaillées au tableau 2 ci-après. Il est à signaler que nous n'avons pu remettre la station en marche dès la première campagne du fait du colmatage de regard d'amenée par des pierres volumineuses .

En outre, nous avons prévu une 5ème campagne pour la 25/05/1992 mais la non disponibilité d'un véhicule "tous terrains" et l'apparition dans le bassin d'aération, par suite du non fonctionnement de l'un de motoréducteurs, d'une zone de fermentation anaérobie avec dégagement de gaz malodorants, nous ont obligé à mettre un terme aux prélèvements et à fermer la station .

	D A T E	HEURE	CLIMAT	CONDITIONS DE PRELEVEMENT
1ère campagne	27/04/1992	10:20	temps froid et humide	Remise en marche à 12:00 donc prélèvement au point P1
2ème campagne	04/05/1992	09:50	temps froid et pluvieux	1ère semaine de foctionnement. Tous les points concernés
3ème campagne	12/05/1992	09:30	temps sec	Prélèvements au niveau de tous les points .
4ème campagne	18/05/1992	09:00	temps sec	Prélèvements au niveau de tous les points .

tableau 2: Déroulement des campagnes de prélèvement

III.3: Téchniques analytiques :

Pour procéder au choix des paramètres analytiques ainsi que des modes opératoires respectifs, nous nous sommes fixé les priorités suivantes :

- Utiliser, à chaque fois que cela est possible, la méthode instrumentale dans un souci de rapidité et de précision dans les

résultats .

- Choisir le mode opératoire ayant besoin d'un minimum de matériel et de produits chimiques tout en présentant des résultats fiables.

- Procéder à un maximum d'analyses possibles sur les lieux de prélèvement .

III.3.1: Choix et importance des paramètres analytiques :

Les paramètres analytiques suivants correspondent aux tests couramment effectués pour le contrôle du fonctionnement des stations d'épuration à boues activées. Il présentent l'avantage de quantifier l'évolution des caractéristiques physico-chimiques de l'effluent au cours du traitement et de fournir les données nécessaires pour le calcul des valeurs de production et de rendement propres à la station étudiée .

Les paramètres physiques :

- La température (°C) .
- La turbidité (N.T.U) .
- La conductivité (μ s / cm) .
- Le Potentiel d'hydrogène (unité pH) .
- Les matières sèches (mg / l) .
- Les matières décantables en deux heures (P1) (ml/l) .
- Les matières minérales (P3), (mg/l) .
- Volume décantable en 30 minutes (P3), (ml) .

Les paramètres chimiques :

- La demande chimique en oxygène (mg d'O₂ / l) .
- La demande biochimique en oxygène durant 5 jours
(mg d'O₂/l) .

- La demande en chlore au "breack point" (mg de Cl /l).

2

- La teneur en oxygène dissous (mg d'O / l) .

2

Le dénombrement bactérien :

- Flore mésophile totale après 48 heures à 37°C
(colonies / ml)

- Flore mésophile totale après 72 heures à 20°C
(colonies / ml)

L'analyse de l'azote ammoniacal, des nitrites et des nitrates fait généralement partie de ces tests. Il ne nous a pas été permis, faute de moyens matériels et de produits chimiques, de procéder à ces analyses mais, néanmoins, nous avons pu quantifier la demande en chlore au "breack point" pour le point P4 qui, comme cela est expliqué plus loin, peut donner une approximation de la teneur en azote ammoniacal .

III.3.2: Méthodes de dosage :

Les méthodes de dosage utilisées sont présentées en annexe. Leur choix repose sur le matériel et les produits chimiques que nous avons pu réunir .

Nous avons procédé aux analyses au sein du laboratoire des eaux de l'E.F.E.TI où tous le matériel disponible nous a été confié. Préalablement, nous avons procédé au nettoyage, à la réparation et à l'étalonnage de ce matériel afin de satisfaire à la rigueur scientifique .

III.4: Résultats d'analyses :

Les résultats d'analyses sont classés dans les tableaux 3,4,5 et 6 en fonction de la date de la campagne de prélèvement afin de pouvoir constater l'évolution de la qualité de l'effluent au cours du traitement .

Pour ce qui est de l'analyse bactériologique, la dilution utilisée pour chaque ensemencement est suggérée par la puissance de dix utilisée pour exprimer le résultat. (ex: 150 x 1000 = dilution au 1000^{ème}) .

Tableau 3 : Résultats d'analyses pour la campagne du 27/04/1992

Paramètre	Valeur
Température (°C)	18,0
Turbidité (N.T.U)	189
Conductivité (µs / cm)	733
Oxygène dissous (mg / l)	8,6
p H	7,72
M.S (mg/l)	902,5
D.C.O (mg d'O ₂ /l)	832,0
D.B.O.5 (mg d'O ₂ / l)	355,0
F.M.T.37 (colonies/ml)	100x1.000
F.M.T.20 (colonies/ml)	150x1.000
M.D (ml / l)	10,0

Tableau 4 : Résultats d'analyses pour la campagne du 04/05/1992

Point de mesure →	P 1	P 2	P3	P 4
Paramètre ↓				
Température (°C)	17,6	17,5	16,4	16,1
Turbidité (N.T.U)	184	178	26	5,5
Conductivité (µs / cm)	748	685	860	872
Oxygène dissous (mg / l)	8,5	8,7	6,7	7,2
pH	8,00	8,05	8,37	8,54
M.S (mg / l)	1.218,5	1.086,0	2.620,0	835,5
D.C.O (mg d'O ₂ / l)	299,5	316,2	1.164,8	74,9
D.B.O.5 (mg d'O ₂ / l)	100,0	110,0	210,0	15,5
F.M.T.37 (colonies / ml)	145 x 1000	160 x 1000	180 x 1000	32 x 100
F.M.T.20 (colonies / ml)	210 x 1000	220 x 1000	219 x 1000	42 x 100
M.D (ml / l)	2,5	—	—	—
M.M (mg / l)	—	—	1.378,0	—
V.30 (ml / l)	—	—	65,0	—
D.Cl (mg de Cl ⁻ / l)	—	—	—	20,0

Tableau 5 : Résultats d'analyses pour la campagne du 12/05/1992

Point de mesure →	P 1	P 2	P 3	P 4
Paramètre ↓				
Température (°C)	19,2	20,3	19,5	19,0
Turbidité (N.T.U)	94	91	16,9	3,3
Conductivité (µs / cm)	1.325	1.386	1.253	1.210
Oxygène dissous (mg / l)	8,5	6,4	4,6	5,6
pH	8,17	8,17	8,13	8,63
M.S (mg / l)	458,0	554,0	7.488,0	160,0
D.C.D (mg d'O ₂ / l)	864,0	760,5	1.728,0	25,9
D.B.O.5 (mg d'O ₂ / l)	480,0	400,0	700,0	6,0
F.M.T.37 (colonies / ml)	255 x 1000	305 x 1000	450 x 1000	36 x 100
F.M.T.20 (colonies / ml)	500 x 1000	600 x 1000	480 x 1000	92 x 100
M.D (ml / l)	10,0	—	—	—
M.M (mg / l)	—	—	6.526,0	—
V.30 (ml / l)	—	—	170,0	—
D.Cl (mg de Cl ⁻ / l)	—	—	—	25,5

Tableau 6 : Résultats d'analyses pour la campagne du 18/05/1992

Point de mesure →	P 1	P 2	P 3	P 4
Paramètre ↙				
Température (°C)	20,4	19,8	19,2	19,7
Turbidité (N.T.U)	76	63	14,0	3,0
Conductivité (µs / cm)	1.060	1.023	951	825
Oxygène dissous (mg / l)	8,4	5,3	4,9	6,3
pH	7,94	7,96	8,12	8,28
M.S (mg / l)	674,0	650,0	12.266,0	424,0
D.C.O (mg d'O ₂ / l)	639,5	691,0	3.352,0	103,5
D.B.O.5 (mg d'O ₂ / l)	320,0	340,0	620,0	3,0
F.M.T.37 (colonies / ml)	120 x 1000	135 x 1000	250 x 1000	60 x 100
F.M.T.20 (colonies / ml)	380 x 1000	450 x 1000	500 x 1000	57 x 100
M.D (ml / l)	8,0	—	—	—
M.M (mg / l)	—	—	8.520,0	—
V.30 (ml / l)	—	—	170,0	—
D.Cl (mg de Cl ⁻ / l)	—	—	—	30,0

III.5: Interprétation des résultats :

Après avoir été défini de par sa signification et son importance, chaque paramètre analytique est étudié individuellement suivant son évolution au cours du processus d'épuration. Cette étude porte sur l'interprétation des causes de cette évolution et lorsqu'il y a lieu, de sa relation avec les résultats enregistrés pour les autres paramètres .

III.5.1: La température :

Son importance réside essentiellement dans son influence directe sur la concentration de saturation de l'oxygène qui diminue avec l'augmentation de la température de l'eau.

Les valeurs mesurées lors des différentes campagnes de prélèvement montrent une légère diminution de la température au point P₃; ceci peut s'expliquer par la grande turbidité de l'eau du bassin d'aération, lors du brassage par les pales des motoréducteurs, qui limite ainsi la pénétration des rayons solaires. Les autres valeurs mesurées, correspondent au climat de la journée de prélèvement et ne suggèrent donc rien d'anormal .

III.5.2: La turbidité :

La turbidité, opposée à la limpidité, est une mesure de la capacité d'une eau à empêcher sa pénétration par les rayons lumineux grâce aux matières non décantables qu'elle contient. Dans les eaux profondes, la turbidité peut, lorsqu'elle est importante, limiter et même éliminer la végétation .

A la lumière des valeurs mesurées au sein de la station, on peut approximer les rendements d'élimination de la turbidité suivant l'équation générale :

$$R = \frac{X(P1) - X(P4)}{X(P1)}$$

04/05/1992	12/05/1992	18/05/1992	Moyenne
97,0 %	96,5 %	96,1 %	96,5 %

Ces rendements élevés dénotent une très bonne élimination des matières en suspension lors du processus d'épuration, et les valeurs mesurées pour l'effluent traité (point P4) correspondent à celles couramment enregistrées pour l'eau potable .

III.5.3: La conductivité :

La conductivité est liée directement à la présence de sels dissous dans l'eau. Elle exprime son pouvoir à conduire le courant électrique et permet ainsi d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation de cette eau .

Nous avons vu, au §I.44, que le processus d'épuration biologique à aération prolongée entraîne une minéralisation très avancée des matières organiques. La conductivité électrique devrait alors augmenter sensiblement au cours du traitement, et surtout à la sortie du bassin d'aération .

Dans le cas de notre station, la conductivité maintient un ordre de grandeur constant le long du traitement et tend à diminuer à la sortie de la station. Cette anomalie ne peut être associée à une défaillance du processus de dépollution du fait du rendement élevé d'élimination de la matière organique (D.B.O.5); Nous pensons alors, que ceci est l'une des conséquences directes du rejet riche en ciment reçu par la station .

En effet, la concentration en ciment tendrait à diminuer d'abord par décantation au niveau du prétraitement et ensuite, par absorption sur les boues activées dans le bassin d'aération. La minéralisation des matières organiques par les micro-organismes est alors insuffisante pour rétablir la perte de conductivité due à l'élimination importante du ciment véhiculé par le rejet .

Cette hypothèse est renforcée d'une part, par la baisse notable de la conductivité à la sortie du bassin d'aération et d'autre part, par la richesse des boues résiduelles en ciment qui leur confère ainsi une grande solidité et une couleur anormale tirant vers le gris clair .

III.5.4: L'oxygène dissous :

C'est l'un des éléments les plus influents dans l'activité bactérienne et c'est le paramètre à surveiller en premier lieu dans une station d'épuration du fait qu'il peut donner une appréciation rapide sur le déroulement du processus de dépollution.

Les mesures effectuées au sein de la station ne nous permettent pas de quantifier la consommation spécifique en oxygène du fait que les valeurs recueillies à la sortie du bassin d'aération concernent une eau de surface fortement agitée; cependant, on peut constater une diminution de ce paramètre à travers les différents points de prélèvement, ce qui témoigne d'une activité bactérienne aérobie au niveau du bassin d'aération.

Cette activité est favorisée par une concentration en oxygène à l'entrée de la station (point P1) proche de la saturation amenant ainsi une valeur à la sortie respectant la norme européenne qui est de 5 mg d'oxygène par litre.

III.5.5: Le potentiel d'Hydrogène (pH) :

Le potentiel d'Hydrogène définit le caractère corrosif ou incrustant d'une eau. L'augmentation du pH mesurée au sein de la station est à associer à l'activité bactérienne qui engendre des sels alcalins; cependant, on peut remarquer l'effet tampon préconisé par la C.I.E (§ II.1) au sein du bassin d'aération où le pH reste voisin de 8,15.

L'effluent épuré possède un pH basique mais respecte néanmoins les normes internationales qui préconisent une valeur comprise entre 6 et 9.

III.5.6: Les matières sèches :

L'intérêt de leur mesure porte essentiellement sur le calcul du taux de production en boues sèches du fait que celles-ci correspondent à la différence entre les matières sèches à la sortie du bassin d'aération et celles contenues dans l'effluent épuré.

Les mesures effectuées nous permettent de calculer les rendements approximatifs suivants d'élimination des matières sèches par la station :

04/05/1992	12/05/1992	18/05/1992	Moyenne
31,5 %	65,1 %	37,1 %	44,6 %

Le faible rendement moyen et l'importance de la concentration en matières sèches résulte de la présence de ciment sous forme colloïdale qui ne peut être entièrement éliminée par le processus d'épuration où la décantation secondaire présente un temps de séjour moyen de l'ordre d'½ heure par clarificateur .

III.5.7: La demande biochimique en oxygène durant 5 jours :

Elle correspond au besoin des bactéries en oxygène (D.B.O) pour l'élimination de la partie biodégradable des matières organiques non azotées après 5 jours à une température de 20 °C. C'est en fait une mesure indirecte de la pollution organique biodégradable présente dans l'échantillon .

Les rendements approximatifs de l'élimination de la D.B.O.5 par la station sont présentés dans le tableau suivant :

04/05/1992	12/05/1992	18/05/1992	Moyenne
84,5 %	98,8 %	99,1 %	94,1 %

A l'exception du rendement calculé au terme de la première semaine, et donc au démarrage de la station, les autres valeurs sont supérieures à 95 %, ce qui correspond aux prévisions relatives au processus à aération prolongée (§ I.4.4). Ceci implique donc un bon fonctionnement de l'installation vis à vis de l'élimination de la pollution organique .

III.5.8: La demande chimique en oxygène :

Elle correspond à la quantité d'oxygène, exprimée en mg d'O₂ par litre, cédée par le bichromate de potassium en milieu acide aux matières oxydables présentes dans l'échantillon. Elle exprime ainsi la teneur de cette eau en matières organiques et minérales oxydables.

Les rendements approximatifs de l'élimination de la D.C.O par la station se présentent comme suit :

04/05/1992	12/05/1992	18/05/1992	Moyenne
75,0 %	97,0 %	83,8 %	85,3 %

Ces valeurs, tout en étant assez satisfaisantes, aboutissent néanmoins à une D.C.O de l'effluent épuré (point F4) assez élevée. Ceci est à associer à la teneur élevée en matières sèches, citée au paragraphe III.5.6 ci-avant .

III.5.9: L'analyse bactérienne :

Celle-ci a porté sur le dénombrement de la flore mésophile totale et ce, par un ensemencement sur gélose T.G.E.A à 20 °C durant 48 heures et à 37 °C durant 72 heures. Cette différence de température et de temps d'incubation a pour objectif de quantifier la proportion des bactéries naturelles de l'eau (20 °C) par rapport à celles, essentiellement fécales, issues des eaux résiduaires urbaines et d'abattoir .

Les mesures effectuées nous montrent la plus grande proportion des bactéries de l'eau à cause des conditions de travail de la station qui leur sont plus favorables; cependant, on peut noter une diminution de croissance, au niveau du bassin d'aération, au terme de la troisième semaine de fonctionnement .

Nous pensons associer cette diminution à deux causes principales :

1- L'âge élevé des boues amenant ainsi les bactéries à leur phase de déclin .

2- L'apparition, au niveau du bassin d'aération, de la zone anaérobie (c.f III.1.2), riche en bactéries susceptibles de présenter un caractère de compétition vis à vis des bactéries des boues qui, elles, sont essentiellement aérobies .

III.5.10: Matières décantables en deux heures :

Nous avons utilisé pour cela un cône d'Imhof et la mesure effectuée correspond au volume décanté après deux heures en imprimant de légères rotations à 45 minutes puis à 1h45 du temps initial.

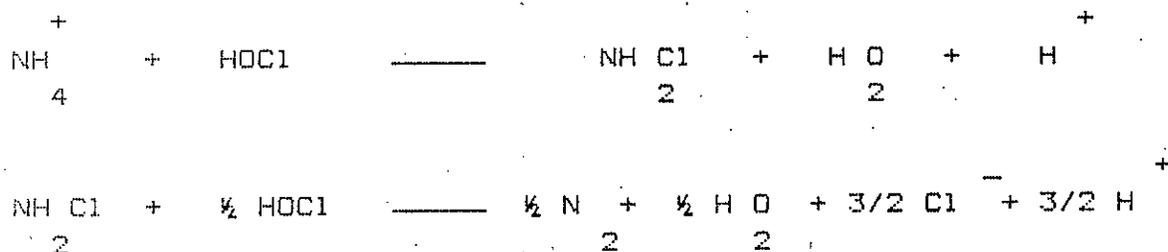
La valeur moyenne, sur les 21 jours d'analyses, est de l'ordre de 7,6 ml/litre soit une proportion d'environ 0,76 %; ceci confirme l'inutilité de l'utilisation d'une décantation primaire qui, en général, ne s'avère nécessaire qu'à partir d'une proportion de 10 % .

III.5.11: Demande en chlore au "breack point" :

Avant

~~Après~~ son action bactéricide, le chlore permet l'élimination de l'azote ammoniacal présent dans l'eau résiduaire par son oxydation en azote gazeux au breack point.

Pour des eaux domestiques, on relève des redements d'élimination de l'ordre de 95 à 99 %, le reste étant converti en nitrates et trichlorure d'azote. Les réactions sont alors : (Eckenfelder, 1931)



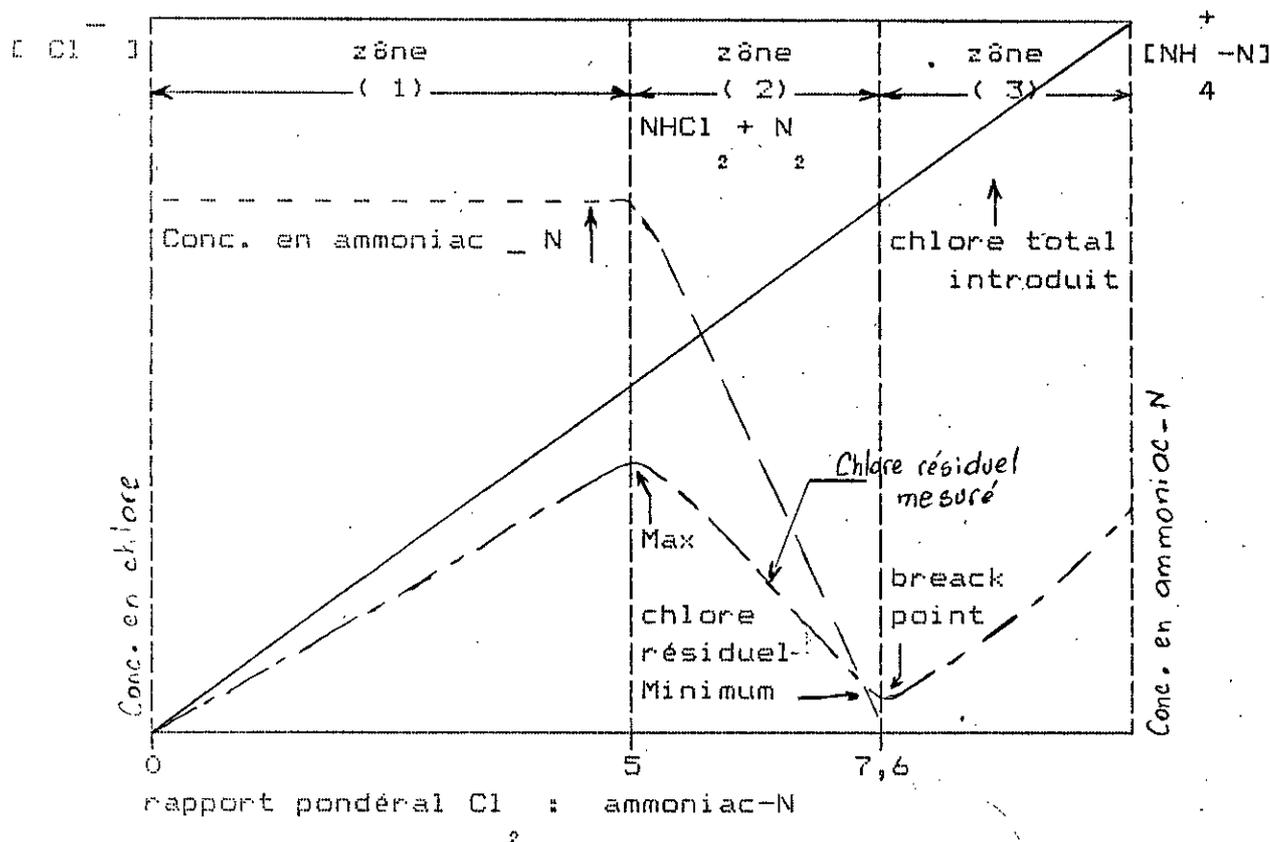


fig.6 : Courbe de la demande en chlore au break point (Eckenfelder, 1981)

La valeur moyenne de la demande en chlore au break point de l'effluent épuré (point P4) est de 25,2 mg/l . Ceci correspond à une valeur approximative de la concentration en azote ammoniacal de 3,3 mg/l (fig.6) .

Le rejet urbain reçu par la station étant, par principe, riche en azote ammoniacal (issu des rejets fécaux), la valeur très basse mesurée pour l'effluent traité (norme suisse = 30mg/l) confirme la nitrification poussée prévue au § I.4 pour le procédé à aération prolongée .

III.6: Exploitation des résultats d'analyses :

Cette exploitation porte sur le calcul des paramètres de contrôle de la station d'épuration. Ces paramètres vont nous permettre d'apprécier le fonctionnement de la station et ce, en comparant les valeurs calculées dans ce paragraphe avec celles rencontrées dans la bibliographie pour les stations en état de fonctionnement correct .

III.6.1: L'indice de Mohlman :

Communément appelé "indice des boues", il correspond au volume occupé par un gramme de boues et ce, après une décantation de 30 minutes d'un litre d'échantillon extrait du bassin d'aération .

$$I_m = \frac{V_{30}}{M.S} = \frac{\text{Volume décantable en 30 minutes}}{\text{Concentration en matières sèches}}$$

Les valeurs calculées pour les campagnes respectives se présentent comme suit :

04/05/1992	12/05/1992	18/05/1992
24,8	22,8	13,9

L'allure de la courbe de la figure 7 correspond à une évolution correcte de l'indice de Mohlman. En effet, les boues tendent, par leurs passages répétés à travers les clarificateurs, à augmenter leur densité et donc à diminuer leur indice de Mohlman; Cependant, les valeurs enregistrées sont très inférieures aux valeurs limites habituellement enregistrées pour les stations à boues activées et qui sont de 60 à 150 .

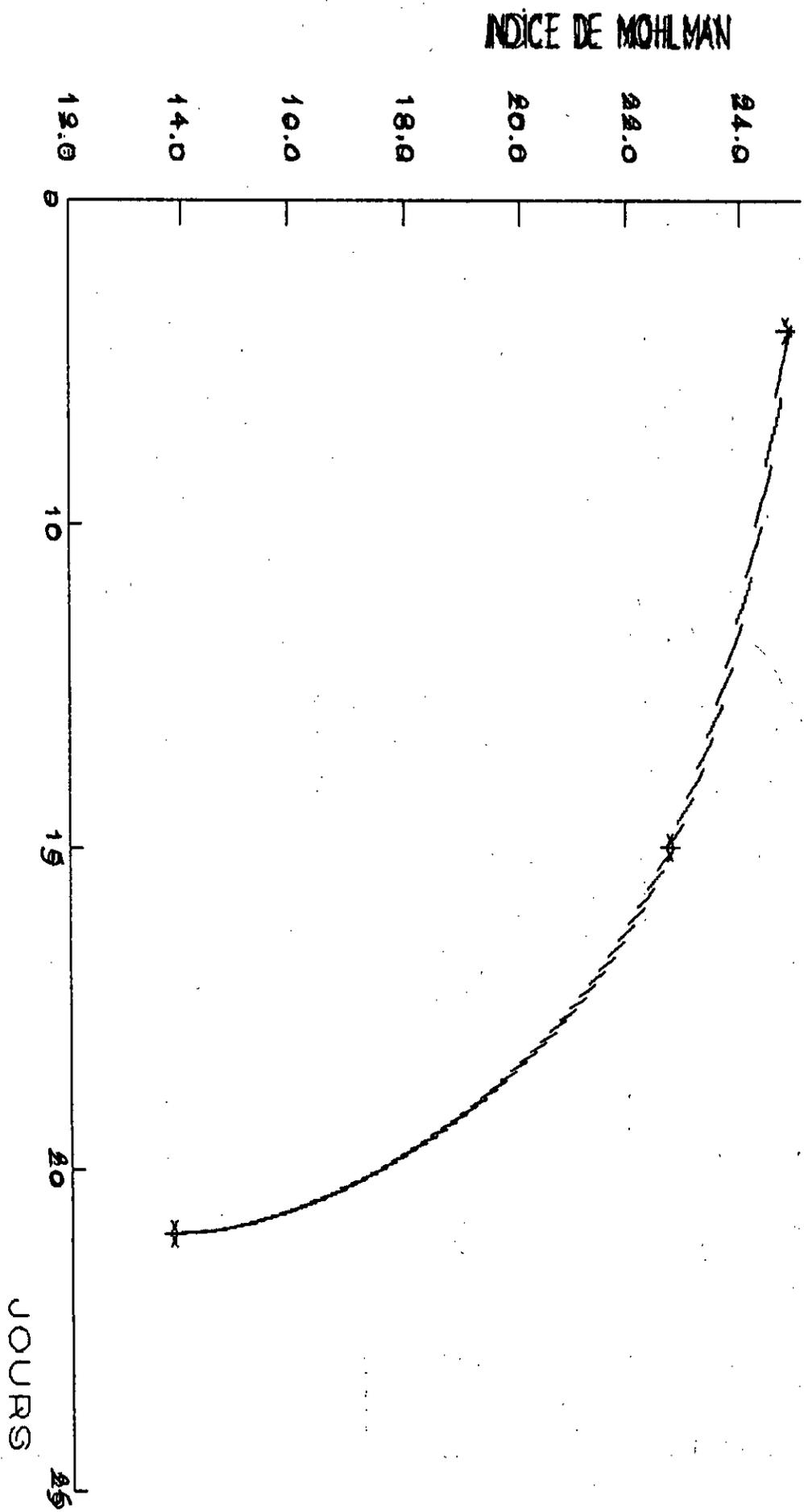
Cette anomalie a pour cause la présence de ciment qui, par sa grande masse et son pouvoir de liant, confère aux boues une densité élevée .

La richesse du rejet en ciment induit donc deux avantages principaux :

- élévation de la densité et de la compacité des boues et donc augmentation de l'effet flocculant .

- Action préventive contre l'effet de gonflement des boues ou effet "bulking". Cette maladie très fréquente des boues a pour causes un pH faible et la présence de champignons indésirables produisant des boues filamenteuses très légères et difficilement décantables .

FIG. 7 : VARIATION DE L'INDICE DE MOHLMAN EN FONCTION DU TEMPS



Cependant ces avantages entraînent des inconvénients assez graves et dont les effets sont particulièrement remarquables lorsque l'on étudie l'évolution du rapport D.C.O / D.B.O.5 au sein de la station .

III.6.2: Le rapport D.C.O / D.B.O.5 :

Le calcul de ce rapport pour les eaux usées a pour but de connaître le degré de biodégradabilité de cet effluent. Ainsi, les valeurs limites du rapport D.C.O / D.B.O.5 se présentent comme suit :

- $D.C.O / D.B.O.5 < 1,6$: L'effluent est traitable biologiquement .
- $1,6 < D.C.O / D.B.O.5 < 5$: L'effluent est bioépurable à condition d'utiliser des souches sélectionnées .
- $D.C.O / D.B.O.5 > 5$: L'effluent est non traitable biologiquement .

Les valeurs mesurées pour l'eau brute (point P1) à la suite des campagnes de prélèvement se présentent comme suit :

27/04/1992	04/05/1992	12/05/1992	18/05/1992	Moyenne
2,3	3,0	1,8	2,0	2,3

La valeur moyenne égale à 2,3 fait appartenir le rejet étudié à la catégorie des effluents ayant besoin d'un ensemencement préalable pour pouvoir subir une épuration biologique; cependant, le bon déroulement du processus de biodégradation de la pollution organique nous porte à dire que cette opération est inutile du fait de la richesse de l'effluent en souches bactériennes issues principalement du rejet de l'abattoir .

Cependant, au terme de la deuxième semaine de fonctionnement de la station, la croissance de ces souches au sein du bassin d'aération connaît une régression notable. Ce ralentissement de la croissance bactérienne est particulièrement visible au regard de la figure 8 où le rapport D.C.O / D.B.O.5 connaît une augmentation notable .

fig. 8: VARIATION DU RAPPORT DOO/DBO_5 AU BASSIN D'AERATION

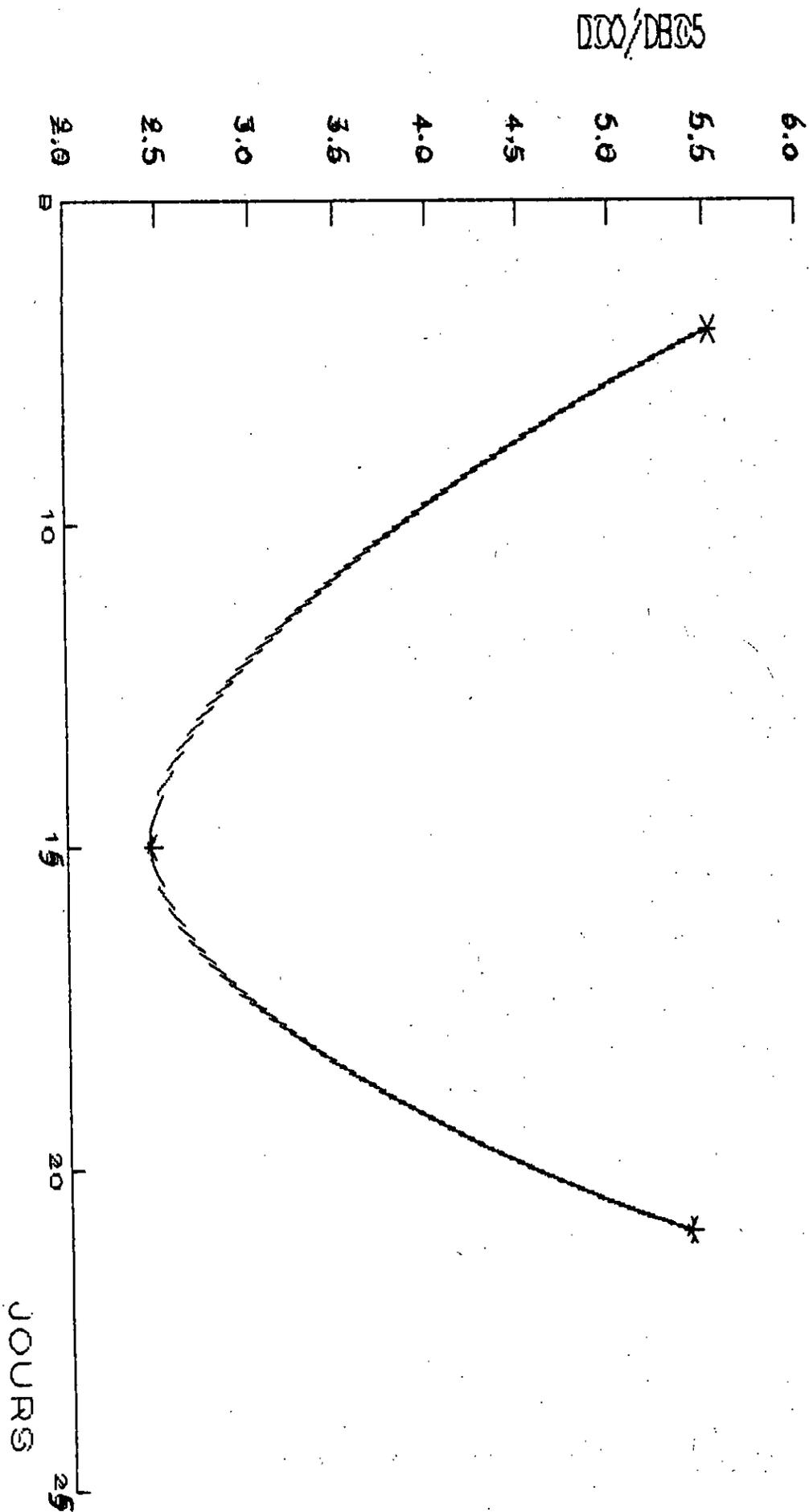


FIG. 9 : VARIATION DE CO₂ D'UN BASSIN D'AERATION

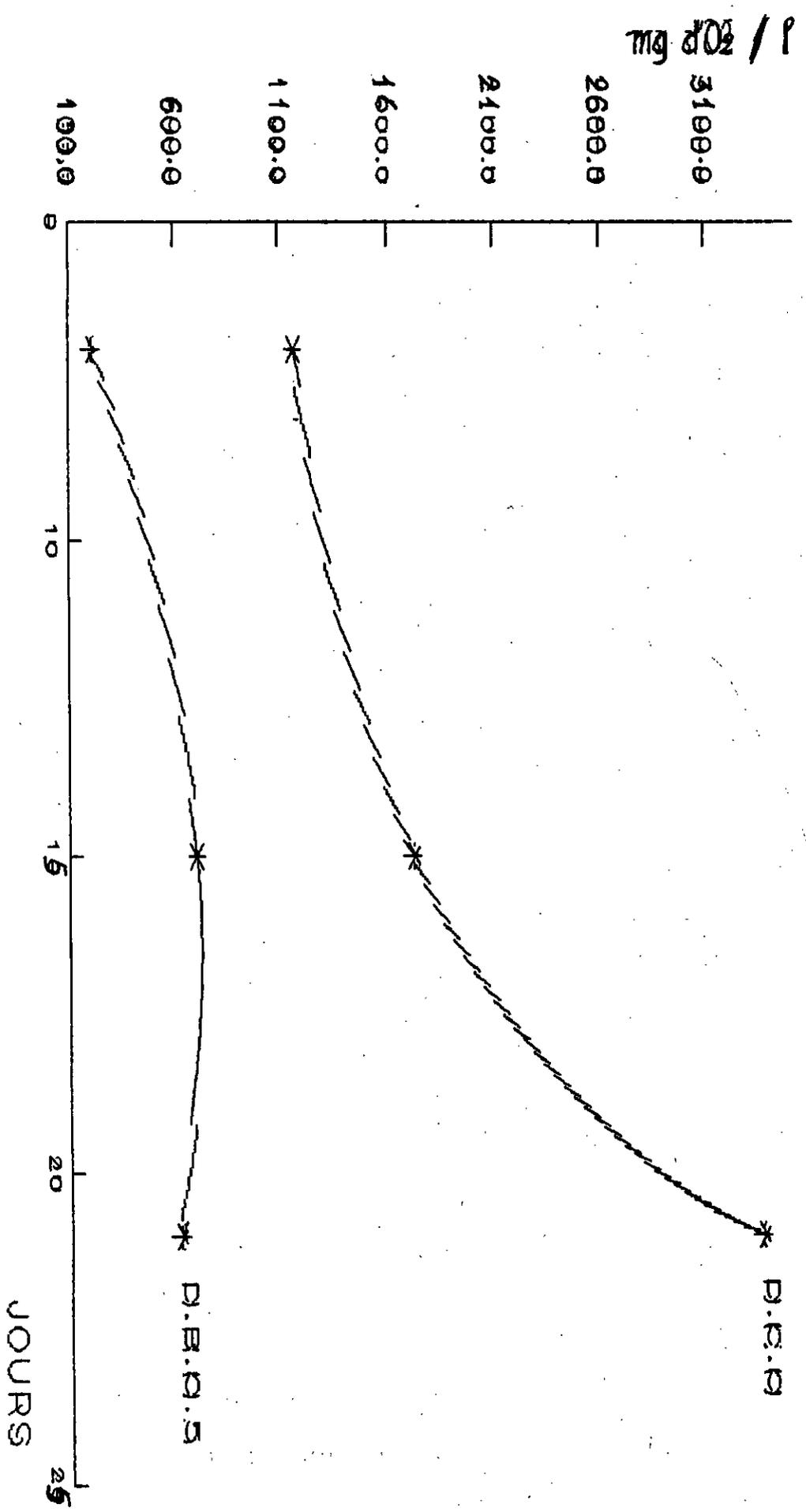


fig. 10: VARIATION DES M.S ET M.M
 AU BASSIN DIAERATION

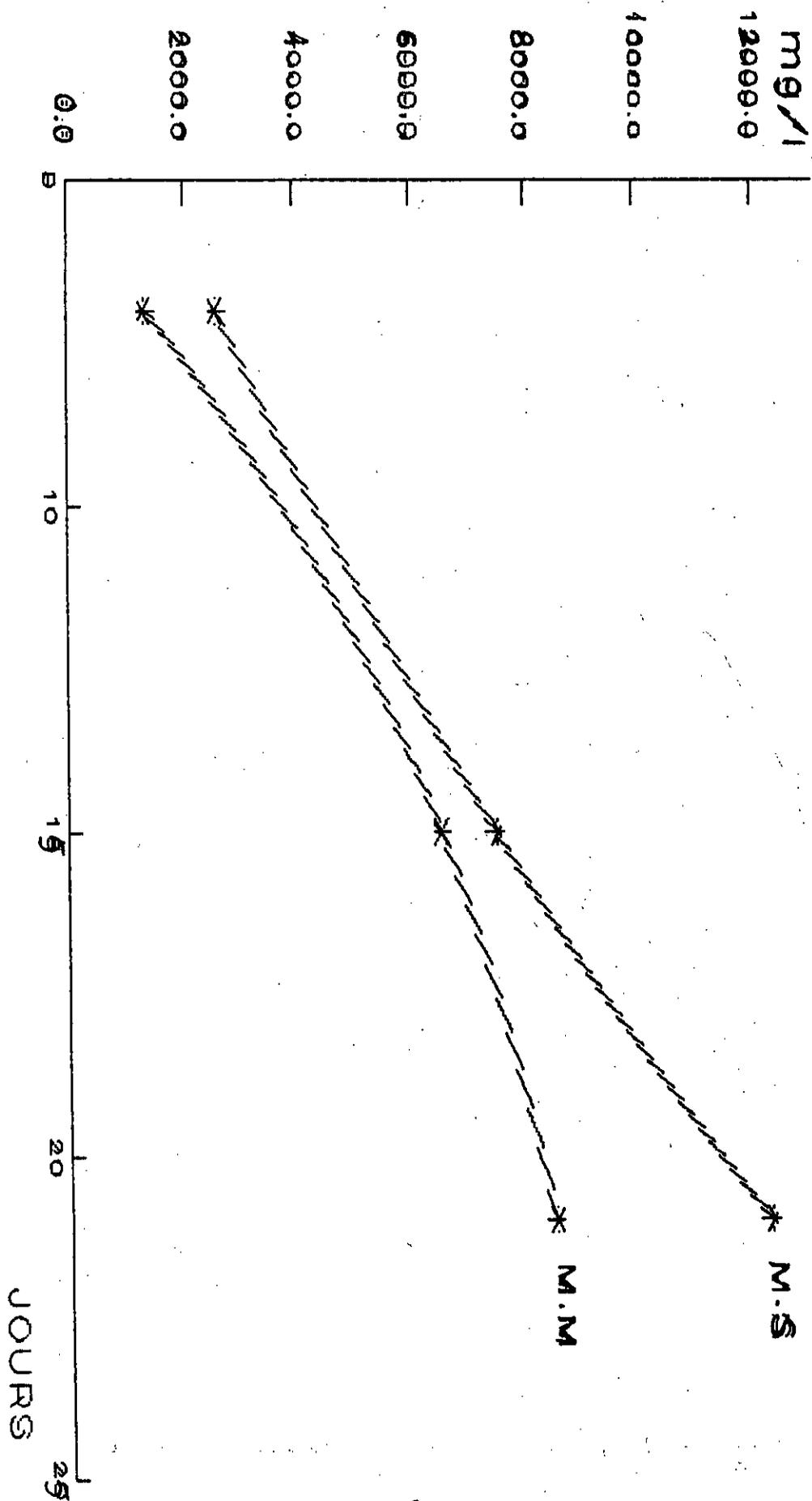
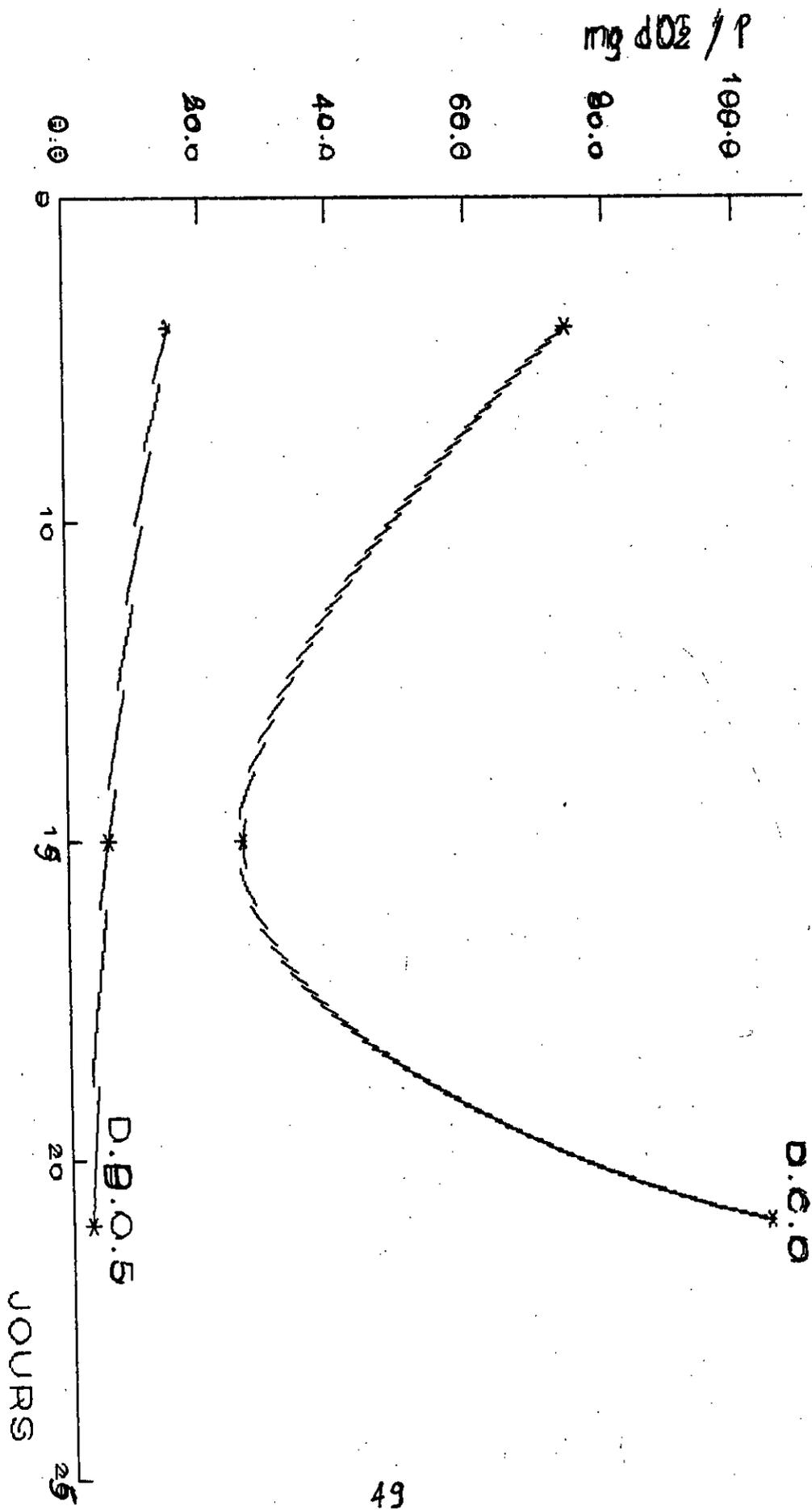


fig. 11 : VARIATION DE DCO ET DBO5 DE L'EFFLUENT TRAITÉ



Nous pouvons attribuer à cette augmentation du rapport D.C.O/D.B.O.5 les raisons suivantes :

- L'âge très élevé des boues signifiant des bactéries en phase de déclin. De ce fait, la croissance bactérienne est ralentie et la valeur de la D.B.O.5 diminue comme indiqué sur la figure 9 .

- L'accumulation du ciment au sein de la station du fait que le mélange réactionnel n'est pas renouvelé. Ceci implique une augmentation notable de la D.C.O et de la concentration en matières sèches et matières minérales (fig.10) jusqu'à atteindre un seuil critique au delà duquel apparaissent les effets inhibiteurs à la croissance bactérienne.

Ces effets se traduisent par la diminution de la D.B.O.5 de l'effluent épuré (point P4) mais impliquent également une augmentation indésirable de la D.C.O (fig.11) .

III.6.3 : Calcul des valeurs de production :

Cette étude a pour but de quantifier les capacités de production de la station afin de connaître sa capacité et son mode de fonctionnement .

Les estimations auxquelles nous avons procédé sur les lieux nous donnent une valeur de débit à l'entrée de la station égal à 25 litres par seconde pour l'horaire de prélèvement compris entre 9:00 et 11:00 h .

a) Charge organique spécifique :

Elle s'exprime en kg de D.B.O.5 / kg de boues sèches par jour suivant l'équation :

$$C.O.S = \frac{D.B.O.5(P2)}{M.S(P3)}$$

Les valeurs mesurées pour la période des campagnes de prélèvement, soit 21 jours, se présentent comme suit :

1ère semaine	2ème semaine	3ème semaine	Moyenne
0,04	0,05	0,03	0,04

b) Concentration en biomasse dans le bassin d'aération :

Elle est égale à la différence des concentrations en matières sèches et matières minérales dans la bassin d'aération, et s'exprime g / litre suivant l'équation :

$$C.B = [M.S(P3) - M.M(P3)]$$

Le tableau suivant présente les valeurs calculées pour la station :

1ère semaine	2ème semaine	3ème semaine	Moyenne
1,24	0,96	3,75	1,98

c) Charge volumique du rejet :

Celle ci s'exprime en Kg de D.B.O.5 / m³ et se calcule suivant l'équation :

$$Cv = \frac{D.B.O.5(P1)}{1000}$$

Les valeurs calculées à travers les résultats d'analyses se présentent comme suit :

27/04/1992	04/05/1992	12/05/1992	18/04/1991
0,36	0,10	0,48	0,32

d) Production nette de boues :

Elle s'exprime en kg de boues sèches par jour suivant l'équation :

$$P.N.B = \frac{[M.S(P3) - M.S(P4)]_n - [M.S(P3) - M.S(P4)]_{n-1}}{1000 \times J} \times V$$

où V représente le volume du bassin d'aération égal à 4882,5 m³ (§.II.2.2), *J*: nombre de jours entre deux campagnes
n: numéro de la campagne de prélèvement.

Les valeurs calculées au sein de la station se présentent comme suit :

1ère semaine	2ème semaine	3ème semaine	Moyenne
1.245	3.383	3.673	2.767

e): Interprétation :

Les valeurs de production que nous venons de calculer montrent que le mode de fonctionnement de la station ne répond pas entièrement aux critères d'un procédé à aération prolongée .

Ainsi, la charge volumique est à la limite des normes conventionnellement destinées au procédé à aération prolongée. Le fonctionnement de la station s'avère être du type à moyenne charge et les valeurs très faibles de la charge organique spécifique au niveau du bassin d'aération s'expliquent par l'apport important de matières minérales par l'intermédiaire du ciment, augmentant ainsi la quantité de matières sèches .

III.7: Conclusions :

Suite aux analyses et aux calculs que nous venons d'effectuer, aux enquêtes que nous avons mené auprès de la direction de l'exploitation de l'E.P.E.TI et du service assainissement de la direction de l'hydraulique de la wilaya de Tizi-Ouzou et grâce aux observations que nous avons faites au sein de la station, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1- La charge du rejet reçu par la station, durant la période de prélèvement, est essentiellement sous forme de matières en suspension et matières dissoutes. Son rapport D.C.O / D.B.O.5 est élevé mais sa richesse en germes microbiens l'adapte à une épuration biologique par les boues activées .

2- Le ciment constitue une part très importante des matières minérales du rejet. Il représente un apport positif pour la floculation et la décantation des boues mais à long terme, il devient un obstacle pour le processus d'épuration biologique. Pour ce qui est de son origine, nous avons pu énumérer au moins deux entreprises privées de fabrication de carrelage dont les rejets sont directement connectés au réseau d'assainissement ouest de la ville; nous ne pouvons citer leurs noms dans le présent mémoire du fait que nous n'avons pas procédé à l'analyse de leurs rejets mais nos suppositions sont partagées par la direction de l'exploitation de l'E.P.E.TI .

3- Le poste de prétraitement est efficace pour l'élimination des huiles et des tensio-actifs; mais sa structure est insuffisante pour répondre à la charge importante en ciment du fait de son colmatage partiel par celui-ci .

4- Le processus d'élimination de la pollution organique présente des rendements excellents. De ce fait, le système d'aération adopté répond parfaitement aux exigences de l'épuration biologique du rejet .

5- La décantation secondaire présente elle aussi des rendements élevés mais reste inadaptée à la richesse de l'effluent en matières minérales colloïdales qui ne peuvent être éliminées en même temps que les boues activées .

é- L'effluent épuré présente une limpidité excellente mais reste riche en germes bactériens. Ceci pourrait poser des problèmes de contamination du sol du fait de la proximité de zones agricoles .

À partir de ces conclusions, nous pouvons dire que l'abandon définitif de la station est tout à fait injustifié. Il est vrai que des problèmes importants sont rencontrés dans son exploitation mais ceux-ci ne sont pas insurmontables surtout que la station est techniquement viable .

Pour contribuer à la réhabilitation de la station, nous allons tenter de proposer un plan d'action global qui permettra la remise en marche de la station et, à long terme, l'amortissement de l'investissement qu'elle représente .

chapitre IV :

PLAN D'ACTION POUR LA REHABILITATION DE LA STATION

Le problème principal rencontré par la station est en fait, le manque de coordination des actions entre l'E.P.E.TI, la direction de l'hydraulique et les pouvoirs publics de la wilaya de Tizi-Ouzou .

Le plan que nous proposons présente les actions à mener par les différentes structures concernées par la réhabilitation de la station et ce, suivant leur priorité dans le temps .

IV.1: Actions à court terme :

La nomination de "court terme" correspond aux actions sans lesquelles la remise en marche de la station est hors de question. Ces actions peuvent être énumérées comme suit :

- L'A.P.C de Tiz-Ouzou se doit de respecter ses engagements financiers vis à vis de la convention signée en janvier 1991 avec l'E.P.E.TI. Si le budget de la commune s'avère insuffisant, nous proposons d'instituer une taxe d'assainissement suivant le principe: " qui pollue plus, paye plus" .

- En coordination avec le service technique de l'E.P.E.TI et les entreprises privées concernées, il doit être mis au point un système d'élimination du ciment à la source. Pour cela, on peut envisager l'utilisation très avantageuse d'une décantation étagée grâce à laquelle, les ateliers de production pourront réutiliser pour leur processus industriel l'eau issue de ce traitement .

Enfin, nous attirons l'attention de l'A.P.C de Tizi-Ouzou qu'en vertu de la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement (Art.36 à 47), que sa responsabilité quand à la pollution de l'oued Sebaou est tout aussi engagée que celle des entreprises en question .

IV.2: Actions à moyen terme :

Celles-ci concernent les actions à mener préalablement à la remise en marche de la station pour assurer le bon fonctionnement des installations. Pour la plus part, elles ne requièrent que quelques heures de travail.

- Protection des regards d'amenée par la pose d'une grille métallique solide.

- Réparation ou remplacement des appareils de mesure (débitmètres, oxymètres) .

- Destruction de la couche de ciment solidifiée au niveau des différents postes .

- Soudure (à l'arc) du morceau de métal détaché du motoréducteur endommagé .

- Remplacement des jauges d'huile usagées. Pour cela nous proposons d'adapter, le cas échéant, des tubes à essai en verre .

IV.3: Consignes pour l'entretien de la station :

Il s'agit ici de présenter les actions périodiques à mener durant le fonctionnement normal de la station.

- Suivi de l'évolution du processus d'épuration biologique en réalisant les tests de contrôle cités en chapitre III afin de pouvoir déterminer, entre autres, l'âge optimal des boues et assurer ainsi une qualité de l'eau épurée conforme aux normes de rejet .

- Veiller à la préservation des machines électriques par la vérification hebdomadaire du niveau d'huile et l'intervention rapide sur les éventuelles pannes. Pour cela, il serait à envisager une convention d'entretien entre l'E.P.E.TI et une entreprise spécialisée .

- Assurer l'évacuation des déchets retenus par le poste de prétraitement et d'une façon générale, veiller à la salubrité de l'aire de la station afin de préserver la santé des ouvriers .

- Procéder au nettoyage annuel du bassin d'aération et des clarificateurs. Cette opération se fera exclusivement en période pluviale pour minimiser les effets de pollution de l'oued Sebaou suite à l'arrêt de la station et à la vidange des installations .

- Procéder à la désinfection de l'effluent par la mise en marche du poste de chloration où le chlore gazeux peut être remplacé par de l'eau de Javel à 45° .

- Assurer la formation du personnel affecté à la station et veiller à la surveillance de nuit de celle-ci .

- La station, une fois fonctionnelle, produira de grandes quantités de boues sèches qu'il faudra analyser et dont la vente doit être assurée afin d'amortir la charge financière et éviter l'encombrement de l'aire de la station .

CONCLUSION GENERALE

L'objectif essentiel de notre travail a consisté à répondre à la question de savoir si la mise à l'arrêt actuel de la station d'épuration des eaux usées ouest de la ville de Tizi-Ouzou doit être définitif ou si, à travers la mise en oeuvre d'un plan d'action efficace, cette station peut être réhabilitée et répondre ainsi aux objectifs pour lesquels elle a été conçue .

Après avoir présenté les principales notions relatives aux procédés d'épuration biologique par les boues activées, nous avons procédé à la description de la station tout en définissant les problèmes les plus apparents qui entravent le bon fonctionnement de ses structures .

Pour établir un diagnostic de fonctionnement, et après avoir remis la station en marche, nous avons mené une série de campagnes de mesures grâce auxquelles nous avons pu calculer, entre autres, les valeurs de production propres à la station .

Les résultats montrent que le rejet reçu par la station présente une proportion élevée en matières en suspension et une richesse anormale en matières minérales. Les effets constatés sur les différentes installations de la station prouvent que ces matières minérales sont dues à la présence, au sein du rejet, de quantités appréciables de ciment . Celui-ci ne peut être efficacement éliminé par la station du fait de son état essentiellement colloïdal.

Cependant, l'étude du processus d'épuration biologique montre que l'élimination de la pollution organique présente des rendements très élevés. L'effluent épuré présente principalement un problème de concentration élevée en matières sèches et un conductivité dépassant les normes internationales de rejet; mais nous pensons que lorsque le rejet de ciment sera stoppé à la source, ce handicap sera vite franchi .

De ce fait, la station d'épuration des eaux usées ouest de la ville de Tizi-Ouzou reste viable . Sa réhabilitation demande aux instances concernées un investissement supplémentaire, mais son importance est négligeable devant les conséquences graves qui menacent la nappe alluviale de l'oued Sebaou, si dans un futur proche rien n'est fait pour redonner à cette station sa vocation initiale .

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1- Association française pour l'étude des eaux

Bulletin " Information eaux " 25^{ème} année n° 251 et 252 juillet/
août et septembre 1976 . Edition Centre national de documentation
et d'information sur l'eau , France .

2- BENBLIDIA.M

Synthèse des rapports nationaux. Conférence ministérielle sur les
stratégies de gestion des eaux, du 28 au 30 Mai 1990. Ministère de
l'équipement, Algérie .

3- BORMANS.J

Analyse des eaux résiduaires industrielles, co-edition EYROLLES et
CEBEDOC, France , 1979

4- ECKENFELDER.W.W

Gestion des eaux usées urbaines et industrielles, édition
Technique et Documentation, France ,1982

5- EDELINE.F

L'épuration biologique des eaux résiduelles, édition Tech. et
Doc., 3^{ème} édition 1988 .

6- FONDATION DE L'EAU

Traitement des eaux usées, édition Institut de l'eau 1981, France

7- FONDATION DE L'EAU

Traitement des eaux usées : Tests, edition Institut de l'eau 1981, France .

8- HISSEL.J

La chimie des eaux, edition CEBEDOC, Liege , 1975 .

9- HYDROCURE.

Méthodes d'analyses, edition Hydraucure 1970, France .

10- JOURNAL OFFICIEL DE LA R.A.D.P

Loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement .

11- LAKBAL.N

Contribution à l'étude de la pollution physico-chimique et bactériologique des eaux de l'oued SEBAOU, projet de fin d'études, Université de Tizi-Ouzou (foresterie), Algerie , 1989 .

12- LAROUSSE

Larousse agricole, edition librairie Larousse 1989, France .

13- LAROUSSE

Dictionnaire de l'agriculture et de la vie rurale, edition librairie Larousse 1984, France .

14- LARPENT.J.P et LARPENT-GOURGAUD.M

Eléments de microbiologie, edition Hermann 1985, France..

15- LEGRAND.L et POIRIER.G

Chimie des eaux naturelles, EYROLLES, France , 1976 .

16- ROQUES.H

Fondements théoriques du traitement biologique des eaux, volume 2,
édition Tech. et Doc 1979, France .

17- RODIER.J

Analyse de l'eau, Dunod, France , 1984 .

18- TALI.O et ALILECHE.T

Contribution à l'étude du projet de la station d'épuration des
eaux usées de la ville de DRAA BEN KHEDDA : Evaluation de la
pollution rejetée par le complexe laitier (ORLAC), projet de fin
d'études, Université de Tizi-Ouzou (contrôle de la qualité et
analyse), Algerie , 1990 .

19- TRAVAUX COMMUNAUX

Réalisations industrielles d'aujourd'hui, revue mensuelle, édition
Dupuis n° 243 Mai/Juin 1981, France .

A N N E X E S

1)- Détermination de la demande chimique en oxygène :
(Rodier, 1984)

Principe :

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium.

Réactifs :

- Eau distillée fraîchement préparée .

- Sulfate de mercure cristallisé .

- Solution de sulfate d'argent :

sulfate d'argent cristallisé	.....	6,6	g
acide sulfurique (d=1,84)	.....	q.s.p 1000	ml

- Solution de sulfate de fer et d'ammonium 0,25 N :

sulfate de fer et d'ammonium	.....	98	g
acide sulfurique (d=1,84)	.....	20	ml
eau distillée	.....	q.s.p 1000	ml

Le titre de cette solution doit être vérifié tous les jours .

- Solution de dichromate de potassium 0,25 N :

dichromate de potassium (séché 2 h à 110°C)	.....	12,2588	g
eau distillée	.....	q.s.p 1000	ml

- Solution de ferroïne :

1 . 10-phénanthroline	.....	1,485	g
sulfate de fer	.....	0,695	g
eau distillée	.....	q.s.p 1000	ml

Dissoudre la phénanthroline et le sulfate de fer dans de l'eau et compléter le volume. On peut également utiliser une solution provenant du commerce .

Vérification du titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium :

Dans un bécher, mettre 25 ml, exactement mesurés, de solution de dichromate de potassium 0,25 N et compléter à 250 ml par de l'eau distillée. Ajouter 75 ml d'acide sulfurique (d=1,84). Laisser refroidir. Ajouter quelques gouttes de solution de ferroïne et déterminer la quantité de solution de sulfate de fer et d'ammonium pour obtenir le virage au rouge violacé.

$$T = \frac{\text{ml K Cr O}_2 \times 0,25}{\text{ml Fe (NH)}_4\text{(SO)}_4}$$

Mode opératoire :

Introduire 50 ml de l'eau à analyser dans un ballon de 500 ml ou, éventuellement, une même quantité de dilution. Ajouter 1g de sulfate de mercure cristallisé et 5 ml de solution sulfurique de sulfate d'argent. Chauffer, si nécessaire, jusqu'à parfaite dissolution. Ajouter 25 ml de solution de dichromate de potassium 0,25 N puis 70 ml de solution sulfurique de sulfate d'argent. Porter à ébullition pendant 2 heures sous réfrigérant à reflux adapté au ballon. Laisser refroidir. Diluer à 350 ml avec de l'eau distillée. Ajouter quelques gouttes de solution de ferroïne. Déterminer la quantité de solution de sulfate de fer et d'ammonium pour obtenir le virage au rouge violacé. Procéder aux mêmes opérations sur 50 ml d'eau distillée.

Expressin des résultats

La demande chimique en oxygène (D.C.O) exprimée en milligrammes d'oxygène par litre est égale à

$$\frac{8000 (V_0 - V_1) T}{V}$$

V_0 = Volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire à l'essai à blanc (ml) .

V_1 = Volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire au dosage (ml) .

T = Titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium .

V = Volume de la prise d'essai .

2)- Détermination de la demande biochimique en oxygène durant 5 jours :

Principe :

La demande biochimique en oxygène est définie comme la quantité d'oxygène consommée par les micro-organismes de l'échantillon par l'oxydation des matières organiques contenues dans celui-ci .

Une quantité connue d'eau à analyser est placée dans une bouteille reliée à un manomètre à mercure. Au dessus de l'échantillon se trouve un volume d'air contenant 21 % d'oxygène. C'est cet oxygène qui remplacera l'oxygène consommé par les bactéries durant la période de mesure (5 jours) .

Le gaz carbonique formé par la respiration des bactéries est extrait du milieu gazeux à l'aide de quelques gouttes de potasse contenue dans le bouchon.

La dépression due à la consommation d'oxygène est mesurée à l'aide du manomètre à mercure et la valeur correspondante à la D.B.O.5 est lue directement en mg / l . Durant la période de mesure, le milieu est constamment agité .

Calcul de la D.B.O.5 :

L'échelle de l'appareil utilisé(Hydracure modèle 214) correspond à un volume de l'échantillon de 157 ml. Lorsqu'on utilise un autre volume d'échantillon, il faut multiplier la lecture par le facteur adéquate.

DOMAINE DE MESURE	VALEUR ECHANTILLON	FACTEUR MULTIPLICATIF
0 - 35	428 ml	0,1
0 - 70	360 ml	0,2
0 - 175	244 ml	0,5
0 - 350	157 ml	1,0
0 - 700	94 ml	2,0
0 - 1.400	56 ml	4,0

La D.B.O. effective est calculée de la façon suivante :

$$- \text{VALEUR LUE} \times \text{FACTEUR} = \text{D.B.O en mg d'O}_2 \text{ / litre .}$$

Pour obtenir une plus grande précision surtout lorsque la D.B.O.5 est supérieure à 700 mg/l, on peut utiliser un échantillon dilué au lieu d'un volume de 56 ml :

GAMME DE MESURE	VOLUME D'ECHANTILLON(ml)	EAU DE DILUTION EN ml	FACTEUR
0 - 1.400	39,3	117,7	4,0
0 - 2.800	19,6	137,4	8,0
0 - 3.500	15,7	141,3	10,0
0 - 7.000	7,85	149,15	20,0

La valeur réelle de la D.B.O est alors calculée de la façon suivante :

$$- \text{CHIFFRE LU} \times \text{FACTEUR} = \text{D.B.O en mg .}$$

Les dilutions sont ainsi ramenées à un volume final de l'échantillon de 157 ml .

3)- Détermination de la demande en chlore au "breack-point" : (Rodier, 1984)

Principe :

Cette méthode consiste à tracer la courbe du pH en fonction du chlore introduit. La courbe ainsi obtenue passe par un maximum puis par un minimum. La valeur de ce point minimum correspond à la valeur du breack-point où les chloramines sont totalement transformées en azote moléculaire. L'allure de cette courbe est identique à celle du chlore résiduel; elle est fonction du chlore introduit.

Les variations du pH s'expliquent par les réactions suivantes:

1- Le chlore réagit en premier lieu avec l'ammoniac pour former des monochloramines et des dichloramines: le pH augmente.

2- Le chlore en excès continue d'agir sur l'ammoniac pour donner des trichloramines qui s'hydraulisent tout de suite, en même temps que les dichloramines, pour former de l'acide chlorhydrique : le pH diminue .

3- Enfin de dégradation des chloramines, il ne reste plus que l'azote moléculaire, l'eau et l'acide chlorhydrique. Un excès de chlore va réagir avec l'eau pour donner de la soude, le pH augmente.

Le minimum de la courbe c'est à dire le point où le pH est le plus faible, correspond à la transformation totale des chloramines en azote moléculaire: c'est le " breack-point " .

Réactifs :

Solution d'eau de Javel à 10 g/l de chlore actif. 0,1 ml de cette solution correspond à 1 mg de chlore actif .

Mode opératoire :

Dans un litre d'eau usée, verser toutes les minutes avec une burette 0,1 ml de solution d'eau de Javel, mesurer le pH après chaque addition avec un pH-mètre .

Expression des résultats :

Tracer la courbe pH en fonction de la quantité de chlore introduit. Déterminer la valeur du breack-point et déduire la quantité de chlore correspondant à cette valeur .

4) - Dosage des matières sèches :

Principe :

Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé .

Matériel spécial :

- Capsule en platine .
- Bain-marie .
- Etuve réglable à 105-110 °C .

Mode opératoire :

Evaporer progressivement au bain-marie dans une capsule de platine tarée 500 ml d'eau filtrée, la capsule n'étant remplie qu'à mi-hauteur. Laver le ballon qui a servi à mesurer le volume d'eau avec de l'eau distillée. Les eaux de lavage seront ajoutées en cours d'évaporation. Une fois toute l'eau évaporée, porter la capsule à l'étuve à 105 °C pendant 4 heures et laisser refroidir un quart d'heure au dessiccateur. Peser immédiatement et rapidement, le résidu étant en général hygroscopique .

Expression des résultats :

Le poids du résidu sec multiplié par deux donne le poids des matières sèches d'un litre d'eau .

5)- Matières minérales :

Principe :

Incinération du résidu sec à $525 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Mode opératoire :

Chauffer la capsule avec la petite flamme d'un bec Bunsen ou d'une lampe à alcool jusqu'à combustion complète de la matière organique. Conduire cette opération avec précaution en promenant la capsule sur la flamme afin que sa température ne dépasse pas celle du rouge naissant.

Expression des résultats :

Le poids du résidu calciné correspond au poids des matières minérales contenues dans la prise d'essai .

6)- Détermination des matières décantables :

L'essai consiste à mesurer la quantité de matières décantables contenues dans les eaux brute afin d'évaluer la production de boues au niveau du décanteur primaire.

La quantité est indiquée sous la forme d'un volume en millilitres par litre. Le test se pratique dans des éprouvettes spéciales d'un litre (cône du Dr.Coin où cône Imhoff)

On verse l'échantillon dans le cône placé à l'ombre. Après 45 mn et 1 h 45 mn, on imprime au cône 3 ou 4 mouvements de rotation pour détacher les particules pouvant adhérer aux parois. Au bout de deux heures, on relève le volume occupé par les matières décantables.

7)- Décantation 30 minutes :

Ce test permet :

- De mesurer le volume occupé après 30 minutes de décantation par les boues activées .

- D'effectuer l'examen de la boue et du surnageant .

Prélever dans une éprouvette cylindrique graduée d'un litre un volume de la boue activée à examiner. Placer l'éprouvette à

l'abri de la chaleur, du soleil et des vibrations. Relever le volume occupé par la boue après 30 mn de décantation.

B) - Dénombrement de la flore mésophile totale :

Principe :

L'eau est ensemencée par incorporation dans un milieu strictement défini et non sélectif (gélose T.G.E.A). La lecture est faite après 24 heures d'incubation à 37 °C ou après 72 heures d'incubation à 20 °C .

Mode opératoire :

Après avoir soigneusement et longuement agité l'échantillon, prélever stérilement 2 fois 1 ml de cette eau ou de sa dilution effectuée avec 9 ml d'eau physiologique; déposer chaque prélèvement dans une boîte de Petri stérile de 90 mm de diamètre.

La gélose est ensuite introduite à une température comprise entre 45 et 48 °C à raison de 5 ml par boîte. Agiter doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mélange homogène de l'eau et de la gélose, sans faire de bulles et sans mouiller les bords de la boîte. Le milieu doit être coulé 10 minutes au plus tard, après répartition de l'eau à analyser. Laisser refroidir sur une surface parfaitement horizontale et fraîche .

Lecture :

Le dénombrement est fait sur les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies, sauf si la gélose inoculée avec 1 ml d'eau non diluée contient un nombre inférieur à 30. Si le dénombrement ne peut succéder immédiatement à la fin de l'incubation, garder les boîtes au réfrigérateur jusqu'au moment de la lecture, mais sans dépasser 24 heures.

Expression des résultats :

Les résultats sont exprimés en nombre total de bactéries aérobies mésophiles sur gélose nutritive :

x colonies après 24 h à 37 °C, par ml d'eau .

y colonies après 72 h à 20 °C, par ml d'eau .

TABLEAU 1. PREVISIONS DES BESOINS FUTURS (Mm³)
 TABLE 1. FORECAST OF FUTURE NEEDS

Pays Countries	1 A.E.P. Water Dr.	2 Industries	3 Agr.	4 Centrales Thermoelect. Stations	5 Autres Others	6 Total	7 Ressources Ren. Tot.	
							Ren. Total	Resources
MAROC MOROCCO						15,900 (2020)	30 000	
ALGERIE ALGERIA	3100		3000			6100 (2010)		
EGYPTE EGYPT						57 500 (2000)	55 500	
SYRIE SYRIA						700 (2000)	35 500	
TURQUIE TURKEY	9000	7300	57 600			73 900 (2000)	202500	
CHYPRE CYPRUS	75		386			461 (2000)	900	
	93		386			479 (2010)		
YUGOSLAVIE YUGOSLAVIA	2700	7800	2600	9700	2200	25 000 (2000)	254 000	
MALTE MALTA						361 (2000)	300	
FRANCE	9300	6000	6800	20 000		42100(2000)	18 500	
	16 000	5 000	8 000	16 000		39000(2010)		
ESPAGNE SPAIN						21000(2000)	110 300	

TABLEAU 2. RESSOURCES EN EAU

Pays Countries	Ressources renouvelables naturelles (Flux moyen d'écoulement total) 10 ⁶ m ³			Ressources non renouvelables	Ressources non conventionnelles et secondaires 10 ⁶ m ³		Ressources m ³ d'eau renouvelé par capita	Densité de population par million de m ² /an de ress. renouvel.	Degré de mobilisation des ressources renouvelables	Écoulement potentiel/surface 1000m ² par pays km ² et par an
	Eaux souterraines	Eaux superficielles	Flux moyen d'écoulement total		désalinisation	Réutilisation d'eaux usées				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MAROC	5000	23 000	28 000	1000	0,4	50	1120	892	37,5 %	63
ALGERIE	6710	12 400	19 100	5000	36		735	1361	24,3 %	8
EGYPTE	1300	55 000 ^a	56 300	€		3500	1057	945	~ 95 %	55
SYRIE			35 500 ^b			€	3380	295		191
TURQUIE	9500	193 000	202 500				3970	252		259
CHYPRE	300	600	900	€	€	8	1300	763	83 %	100
YUGOSLAVIE	21 000	243 000	254 000				10 948	91	10 %	~ 1000
MALTE	300		300		16		78	12 776	58 %	~ 100
FRANCE	100 000	85 000	185 000				3369	296		337
ESPAGNE	20 000	90 300	110 300		€		2879	347	41 %	218

a : régularisé par barrage d'Assouan

b : référence plan bleu

TABEAU 3. UTILISATION ACTUELLE PAR SECTEURS

TABLE 3. EXISTING WATER DEMANDS

Pays Countries	1 Agriculture		2 Eau potable Drinking water		3 Industries		4 Centrales Thermoelectric stations		5 Autres Others		6 Total Mm ³ /an	7 Pertes agr. Agriculture losses %	8 Pertes E.P. Drinking water %
	Mm ³ /an	%	Mm ³ /an	%	Mm ³ /an	%	Mm ³ /an	%	Mm ³ /an	%			
MAROC MOROCCO	10 000	90,9	800	7,2	200	1,8					11 000	20	20
ALGERIE ALGERIA		70		25		5							~40
EGYPTE EGYPT	31 600	75	2 700	6,4	3 400	8			2 800	6,7	41 100		
SYRIE SYRIA		90,2		2,3		0,5							
TURQUIE TURKEY	31 800	76,6	5 700	13,7	4 000	9,6					41 500		
CHYPRE CYPRUS		88,5		11,5		148					0,3795	14,8	20,6
YUGOSLAVIE YUGOSLAVIA		56-88		10		32		40			18040		
MALTE MALTA				100%									30
FRANCE		10		14		11,8		51,5		11,6			<40
ESPAGNE SPAIN		80											

Colonnes 7 et 8 pertes dues au transport et à la distribution (approximations)
Columns 7 and 8 : losses during transport and distribution (approximations)

1-) Concentration limites pour le déversement des eaux usées (Normes Suisses)

Tableau N° 04

Paramètres	Expression des résultats	Qualités des effluents rejetés dans les eaux de surface
Température	°C	< 30
pH	Unité pH	6,5 < PH < 8,5
Conductivité	ms/cm	< 1
Turbidite	N.T.U	< 5
O ₂ Dissout	mg /l	6
D.B.O ₅	mg d'O ₂ /l	40
D.C.O	mg d'O ₂ /l	120
M.E.S	mg/l	100
N H ₄ ⁺	mg/l	30

2-) Concentrations limites des eaux de consommation
(RODIER, 1984)

Réglementation Française (1984)

Tableau N° 05

Paramètres	Expression des résultats	Limite acceptable
Température	°C	< 25
pH	Unité pH	6,5 \< pH \< 9,5
Turbidité	N.T.U	\< 5
Conductivité	ms/cm	\< 1
N H ₄ ⁺	mg/l	0,5