

2 Ex

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT Genie de l'Environnement

BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

CONTRIBUTION AU SUIVI
DE LA QUALITE DES
EAUX DE LA ZONE
ROUIBA - REGHAIA

Proposé par :
M^{me} K.M. MOUSSAOUI

Etudié par :
M^{elle} Z. TELMAT
M^{elle} C. ZEDDAM

Dirigé par :
M^{me} K.M. MOUSSAOUI

PROMOTION : Janvier 88

***** DEDICACES 6*****.

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

- A ma mere et mon pere .
- A mes frères .
- A ma soeur .
- A tous (tes) mes amis (es) .
- A ZOULIKHA .

CHAFIA

- A MA MERE et mon pere .
- A mes frères et soeurs .
- A tous (tes) mes amis (es) .
- * A CHAFIA

ZOULIKHA

REMERCIEMENTS

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

١ Nos remerciements les plus vifs vont tout d'abord à madame MOUSSAOUI
notre promotrice , pour la patience exemplaire dont elle a fait
preuve , pour le temps qu'elle nous a consacré , pour ses conseils
judicieux et son aide précieuse en vue de l'élaboration de ce travail
Nous remercions également Mr KERBACHI , chef du Département du Génie de
l'Environnement .

Nos remerciements vont également :

A tous les professeurs du Département du Génie de l'Environnement

A Madame MERRAD, aux Résidents du Services de Toxicologie de
l'Hopital MUSTAPHA .

A Madame BEUZIANE .

A Madame ABESTORKI .

A tous les étudiants de notre promotion

A HASSINA .

A Mr NOUAR du Département du Génie de l'Environnement .

A NAIMA du Département des Sciences Fondamentales .

A LEILA du Département du Génie de l'Environnement .

A Mr MEKKI du Laboratoire de pollution de l'ISMAL

A Mr et Madame DJADI .

A toutes les personnes qui ont participé aussi bien de près que de
loin à ce modeste travail .

CHAPITRE I : INTRODUCTION	1
CHAPITRE II : BILAN DES TRAVAUX EFFECTUES SUR LES EFFLUENTS INDUSTRIELS DE LA ZONE ROUIBA - REGHAIA	2
1 - Presentation de la zone Rouiba - Reghaia	4
1-1 Le lac de Reghaia	4
1-2-La zone industrielles Rouiba - Reghaia	4
2 - Caracteristiques generales des effluents industriels	10
3 - Les micropolluants metalliques	10
4 - Analyses des eaux et des sediments	14
4-1 Observations generales	14
4-2 Eaux de l oued , du lac , du collecteur et des unites industrielles	20
a- DCO	20
b - BB6	21
C- pH	22
d- Oxygene dissous	22
e- Metaux lourds	22
5 6 Analyses des boues et traitements	27
5-1 Analyse physique	28
a- AA Analyse thermogravimetriques	28
b- Aptitude à la decantation	28
c- Indice des boues	28
* Indice de Mohlman	28
* Indice de Ponsar	28
* Coefficient de cohesion d une boues	28
5-	
d- Resistance, specifique à la filtration	29
e- Pouvoire calorifique	29
5-2 Analyse chimique	29
a- Substances organiques	30
b-	

b- Substances azotées	30
C- Substances minerales ;;.....	30
Conclusion	30
5-3 -Cas des boues de la SNVI/CVI	31
5-4 -Problemes engendrés par la decharge des boues	33
5-5 -Traitement des boues	34
A- Les pretraitements	34
a- L' élutriation	34
b- La floculation	34
c- Les traitements thermiques	34
B- Stabilisation des boues	34
a- Stabilisation biologique	34
b- Stabilisation non biologique	34
C- La deshydratation	35
a- Les lits de sechage	35
b- la filtration	35
C- la centrifugation	35
d- La deshydratation par la chaleur	35
DD- Incineration	35
E- La pyrolyse	35
F- Le compostage	35
5-6 Traitement des decharges	36
Conclusion	39

CHAPITRE III : COMPLEMENT D ANALYSE _____ 40

1- Presentation des stations d epuration des eaux de la SNVI / CVI	40
2- Les prelevements	40
3- Conservation et conditionnement	41
4- Analyse des eaux	41
5- Interpretations	46

CHAPITRE IV : DOSAGE DU MERCURE 47

- 1- Methodes generale de dosage des metaux lourds 47
- 2- Methodes de dosage du mercure 47
 - 2-1 Methode colorimetrique 47
 - 2-2 ~~Par~~ spectrometrie d absorption sans flamme (S.AA)..... 47
 - 3- ~~Dosage~~ dosage du mercure par le MAS 50 47

CHAPITRE V : Conclusion et recommandations 64

ANNEXES N= 1 : 66

ANNEXE N= 2 67

BIBLIOGRAPHIE 68

TABLAU N° 1 :	Effluents liquides des unités potentiellement polluantes de la region ROUBA REGHAIA	8,9
TABLAU N° 2 :	Paramètres de pollution :DCO, BBO ₅ , MES,pH,Conductivité,oxygene dissous	15,16
<u>TABLAU N° 3 :</u>	Synthese des différentess analyses sur: les metaux lourds dans les rejets industriels	17,18
TABLAU N° 4 :	Synthese des parametres de pollution	19
<u>TABLAU N° 5 :</u>	Resultats des analyses des eaux effectuées 1 A.N.P.E. (AOUT 1985)	24
<u>TABLAU N° 6 :</u>	Resultats des analyses des eaux effectués par L.A.N.P.E. (08/03/87) (*)	25
<u>TABLAU N° 7 :</u>	Teneur des elements polluants des boues et des eaux des stations de traitement de la S.N.V.I. (**)	32
<u>TABLAUX N° 8,9,10,11 :</u>	Resultats d analyses	42,43,44,45
<u>TABLAU N° 12 :</u>	Mesure du mercure dans les solutions etalons de HgCl ₂	54
<u>TABLAU N° 13 :</u>	Mesure du mercure dans les solutions etalons de HgCl ₂ apres incubation .	57
<u>TABLAU N° 14 :</u>	Mesure du mercure dans les solutions atalons PERKIN-ELMER .	59
<u>TABLAU N° 15 :</u>	Dosage du mercure dans les echantillons de la S.N.V.I.	61
<u>TABLAU N° 16 :</u>	Dosage du mercure dans les echantillons de la S.N.V.I.	62

* A.N.P.E : Agence Nationale de Protection de l Environnement
** S.N.V.I. : Société Nationale des Vehicules Industriels

<u>FIGURE N°1:</u>	Marais de REGHAIA	5
<u>FIGURE N°2:</u>	Plan de toute la zone traversée par les effluents industriels de ROUIBA-REGHAIA ;	6
<u>FIGURE N°3 :</u>	Plan de la zone industrielle de ROUIBA-REGHAIA	7
<u>FIGURE N°4 :</u>	Le cycle du mercure	12
<u>FIGURE N°5 :</u>	Traitement des percolats	37
<u>FIGURE N°6 :</u>	Traitement des decharges'	37
<u>FIGURE N°7 :</u>	Schema du circuit de dosage du mercure par le MAS 50 A"	51
<u>FIGURE N° 8 :</u>	Léprateur de mercure	51
<u>FIGURE N° 9 :</u>	Le dessiccant	53
<u>FIGURE N° 10 :</u>	Systeme de connection du circuit de dosage du mercure	53
<u>FIGURE N° 11,12:</u>	Courbes d'etabonnage	55,58

CHAPITRE I

IN TRODUCTION

L'évolution économique actuelle se caractérise par le développement rapide de grands complexes industriels .

Par ailleurs , toutes les activités industrielles et domestiques emploient des quantités croissantes et de qualités variées de produits chimiques dont le rejet est de nature à altérer le milieu récepteur .

Ces rejets polluent progressivement cette source de vie qui est l'eau , au moment où une population humaine de plus en plus nombreuse en a le plus besoin .

Il est démontré depuis longtemps que les effluents toxiques dans cours d'eau exterminent les plantes et compromettent gravement la survie des poissons et des oiseaux. Lorsque ces indicateurs de la qualité des ressources d'eau et de l'état de vie aquatique sont détruits , la population humaine se trouve confrontée à une situation grave .

L'emploi généralisé de produits chimiques dans l'industrie et l'agriculture , bien que contribuant à des améliorations sur le plan économique et social, peut aussi menacer le bien être de l'homme et son environnement .

Le regroupement d'industries variées et nombreuses conduit à une pollution chimique beaucoup plus néfaste , vu la forte concentration en éléments polluants d'effluents de plus en plus nombreux quantitativement et qualitativement qui se déversent dans un même milieu récepteur .

C'est la situation actuelle dans la zone industrielle ROUIBA-REGHAIA.

Toutes les unités industrielles de cette zone , qu'elles soient dotées ou non de stations d'épuration des eaux , déversent leurs effluents dans le lac de REGHAIA, essentiellement par l'intermédiaire des oueds REGHAIA et BIAR .

Le lac reçoit en fait non seulement toutes les charges des effluents industriels, mais aussi les effluents urbains de la région , ainsi que les produits chimiques et engrais utilisés en agriculture , qui y sont entraînés par lessivage . Il est aussi devenu un réservoir pour les rejets d'objets encombrants .

Cette fonction d'égout à ciel ouvert est d'autant plus dangereuse que le lac de REGHAIA alimente les activités agricoles avoisinantes et un centre cynégétique dans la région .

BUT DE L'ETUDE

Les eaux de la région de ROUIBA-REGHAIA ont déjà fait l'objet de nombreuses analyses et contrôles dans le cadre de projets de recherches au département du génie de l'environnement de l'ENP. Ces travaux entrent dans le cadre du projet antipollution proposé par l'ex-ministère de l'hydraulique , de l'environnement et des forêts pour l'étude du lac de REGHAIA et de son degré de pollution (1) . C'est également à cette région que s'intéresse notre étude .

Vu le degré de pollution du lac , et pour éviter des conséquences plus graves , un contrôle des effluents industriels s'est révélé indispensable puisque les points les plus efficaces de surveillance des pollutions sont souvent leur source (2) .

Les principaux objectifs du contrôle sont précisément d'observer cette menace, d'évaluer le degré d'exposition de l'homme, de la faune et de la flore, de vérifier le respect des normes fixées pour les rejets et d'en déduire des actions afin de stopper, ou tout au moins de limiter, la pollution du lac. Nous avons tout d'abord fait une synthèse bibliographique des travaux effectués à ce jour. Les principaux résultats qui en ressortent sont les suivants :

Des analyses de métaux lourds faites sur plusieurs effluents ont montré que généralement, leurs teneurs dépassent les normes (3,4,5). Ces métaux vont s'accumuler dans les sédiments de l'oued et du lac de REGHAIA ; cette accumulation en micropolluants métalliques au niveau des sédiments du lac (6) et de l'oued (7) est assez importante.

- Dans les eaux du lac, des teneurs élevées en matières organiques (6), en phosphore et en silicates (8) ont été décelées.

- Les teneurs en détergents de tous les effluents sont assez importantes du fait, d'une part, de leur utilisation par toutes les unités, mais surtout de leur production par deux unités distinctes (8,9). Les rejets de ces dernières sont très riches en phosphates.

- Les rejets en matières organiques dans pratiquement toutes les unités dépassent les normes (3,8,9,10,11,12,13). Certaines unités telles que les brasseries, de par la nature de leur production rejettent des effluents riches essentiellement en matières organiques (11).

- Il existe des teneurs variables en huiles dans certains effluents (12,13).

- Acôté de cette pollution organique croissante, des valeurs de conductivité dépassant les normes ont été décelées dans plusieurs effluents et dans le collecteur principal de l'oued (3,10,12,13).

- Dans le cas de la société nationale des véhicules industriels - complexe des véhicules industriels (SNVI-CVI), unité la plus importante de la zone industrielle, il existe trois stations d'épuration des eaux dont deux seulement sont fonctionnelles à l'heure actuelle.

Des analyses faites au niveau des deux stations d'épuration ont conduit à des paramètres de pollution (tel que les matières en suspension, la demande chimique en oxygène et la conductivité) dont la valeur augmente parfois anormalement après traitement (10). Des teneurs élevées en phosphates ont été notées également au niveau de la SNVI-CVI, résultat qui est en bon accord avec les teneurs faibles en phosphates trouvées dans les boues de ces stations de traitement (15).

À la lecture de tous les travaux entrepris jusqu'à présent sur la zone industrielle ROUIBA-REGHAIA, nous avons noté que :

nous avons noté que :

- La durée sur laquelle s'étalent ces travaux est longue : deux ans ; de plus certains de ces travaux ont été faits en périodes d'été , d'autres en période d'hiver .

Les paramètres de pollution analysés étaient multiples et les résultats obtenus en ce qui concerne l'analyse des effluents étaient divers , un bilan s'est avéré donc nécessaire . C'est l'objet de la première partie de notre travail .

Ce bilan représentatif des analyses éparpillées sur plusieurs travaux nous amènera alors à une comparaison , puis une interprétation globale .

Notre objectif , en plus de cette étude comparative , est de définir un complément d'analyses sur les eaux de la SNVI / CVI dont les résultats ont présenté anomalies qui n'avaient pu être expliquées ; .

Enfin , dans la dernière partie de notre travail , nous nous proposons de mettre au point une méthode de dosage du mercure .

En effet , nous avons remarqué qu'aucune étude précédente n'a procédé au dosage du mercure , pourtant connu pour sa très forte toxicité .

Nous disposons au laboratoire d'un appareil spécifique à son dosage le Mercury Analyser System 50 A (M A S -50 A) de PERKIN ELMER .

Sa mise au point , son fonctionnement , et son étalonnage permettent de l'utiliser de façon systématique ultérieurement . Nous envisageons donc :

- L'étude théorique du fonctionnement de l'appareil et du système d'analyse .
- L'étalonnage de l'appareil à l'aide de solutions standards .
- Le dosage du mercure dans les effluents de la SNVI / CVI , puis les eaux du collecteur principal de la zone industrielle ROUIBA- REGHAIA (oued) .

CHAPITRE II

BILAN DES TRAVAUX EFFECTUES SUR LES EFFLUENTS INDUSTRIELS
DE LA ZONE ROUIBA - REGHAIA .

Avant de faire un bilan des résultats obtenues, il nous semble nécessaire de rappeler les informations essentielles sur la région ROUIBA- REGHAIA et sur les effluents industriels de cette zone.

II- 1- Présentation de la zone ROUIBA- REGHAIA :

II- 1- 1- Le lac de REGHAIA .

Le lac de REGHAIA est le seul marais côtier de l'ALGERIE ; il est limité par des fermes et des cultures, la région de REGHAIA présentant des conditions favorables à la production agricole (fig 1). Le lac de REGHAIA a une superficie de 100 hectares. Il est alimenté à partir de la nappe phréatique de la MITIDJA et de quelques sources latérales (6). La construction de cette digue l'a transformé en un étang permanent ; en aval de cette digue le terrain est marécageux et inondé en hiver (16-17).

Le lac de REGHAIA, en plus des engrais et produits chimiques utilisés en agriculture, reçoit chaque jour plus de 20 000 m³ d'effluents industriels et 7000 m³ d'effluents urbains (10). Ces effluents sont en général véhiculés par les différents oueds BIAR, AIMA, BONARD, MOUSSA, ET SAPINIERE. Ces derniers se versent dans l'oued de REGHAIA, long de 6400 m, qui rejoint le lac (fig 2).

La pollution du lac et de l'oued de REGHAIA est due à différentes sources : industrielles, urbaines et agricoles, mais la plus importante est celle due à la zone industrielle qui s'étend à un rythme rapide (6).

II - 1 - 2- La zone industrielle ROUIBA- REGHAIA .

Cette région, essentiellement industrielle, englobe à présent plus de 58 unités (6) (fig 3). Elles sont classées, suivant les effluents comme extrêmement polluantes, polluantes ou modérément polluantes pour la faune, la flore et l'homme (6). Cette différenciation dépend des produits chimiques utilisés, du degré de charge des effluents et des mesures prises par l'unité (telles que le traitement des effluents).

Afin d'établir un rapport sur tous ces effluents qui se versent à longueur d'année dans le lac de REGHAIA, un plan d'action anti-pollution a été élaboré en MARS 1985 par l'Agence Nationale pour la protection de l'Environnement (ANPE) relatant les unités industrielles considérées comme polluantes, et les caractéristiques de leurs effluents.

La plus grande et la plus importante de ces unités est la S.N.V.I/C.V.I. Certaines ont été l'objet d'études analytiques approfondies (tableau 1).

...../.....;

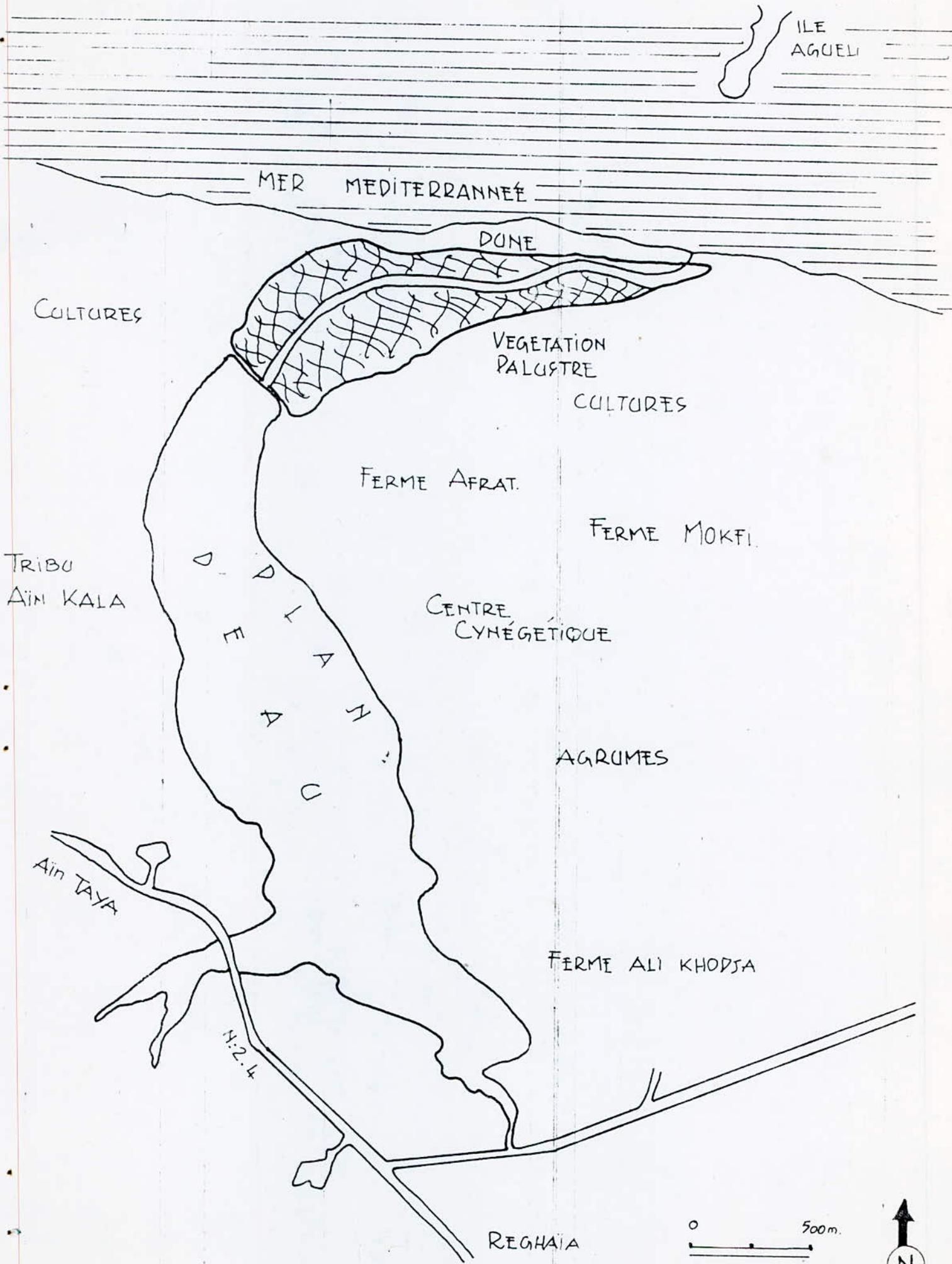


FIG N:1 : MARAIÏ DE REGHAÏA (6)

ROUIBA

VERG
MARAIS

REGHAIA

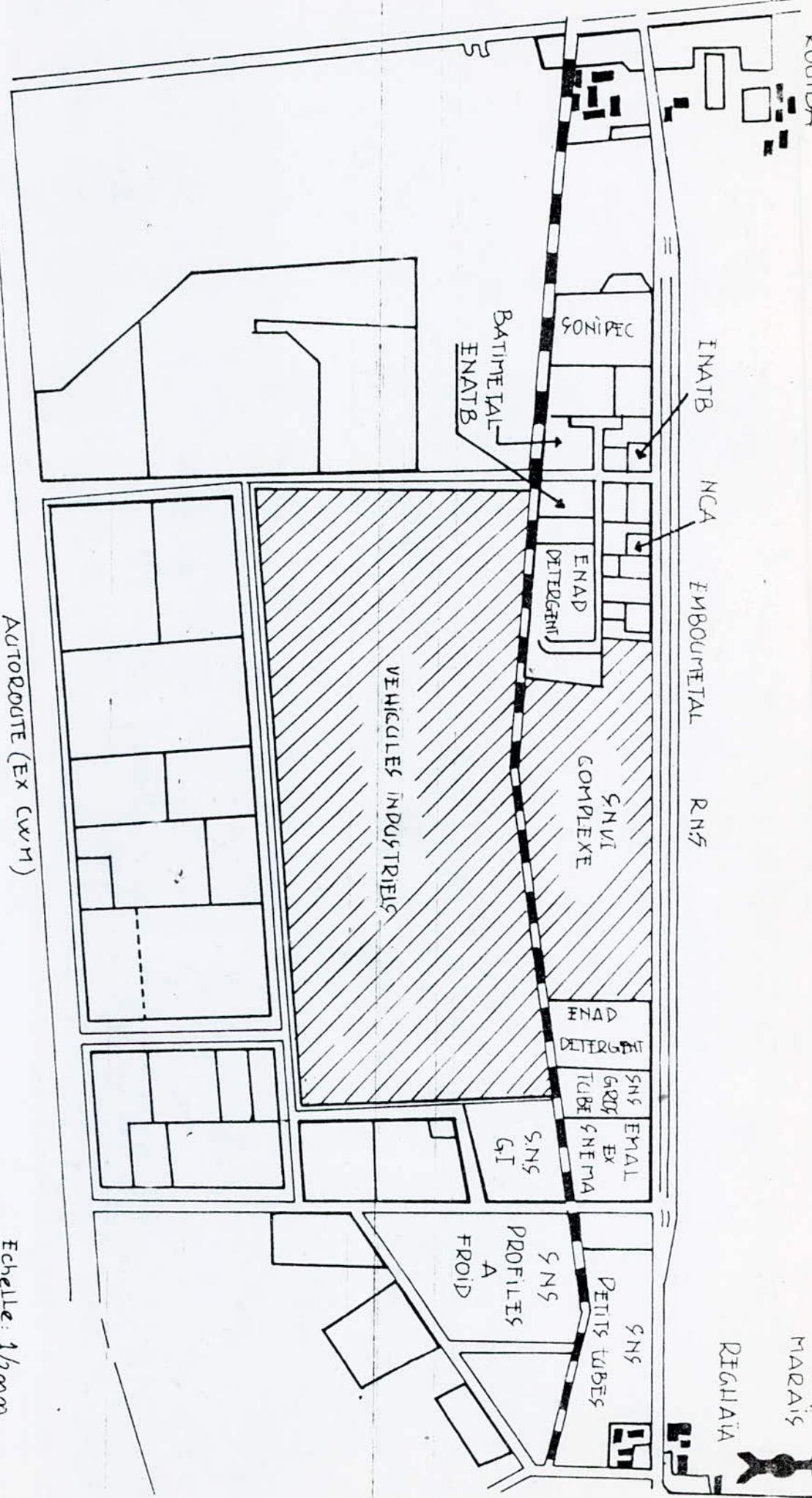


FIG. N. 3 PLAN DE LA ZONE INDUSTRIELLE DE ROUIBA REGHAIA (10)

Echelle: 1/20000

N°	Dénomination et Activité exercée	Nature des effluents liquides
1	ANABIB G.T. tubes soudés en spirale enrobés	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux résiduaires de piégeage contenant du soufre - Eaux de refroidissement - Eaux usées domestiques - huiles de vidange rejetées en égout
2	A N A B I B P.A.F. Profils à froid Feuillards, tubes soudés, fer plat	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux de refroidissement acides neutralisés avant rejet - Eaux usées domestiques - Huiles usées
3	A.N.A.B.I. P.T	<ul style="list-style-type: none"> - Effluents de décapage, eaux usées chargées de Zinc - Eaux acides neutralisées à la soude - Eaux de refroidissement - Eaux usées domestiques - Huiles usées.
4	S.N.V.I. - CVI véhicules indust. (bus, camions autocars)	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux usées domestiques - Eaux usées industrielles comprenant du chrome hexa valent, des peintures des diluants, des solvants, des phosphates, des des matières en suspension, du cyanure de sodium des produits de dégraissage, des huiles de coupe.
5	E.N.I.P.E.C.	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux usées contenant du sulfate de sodium, de la chaux, des acides, du Na Cl, du chrome, du pétrole des solvants, des colorants, des tanins végétaux des matières organiques, des matières en suspensio - Huiles de vidange.
6	EMBou METAL articles de quincaillerie	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux usées domestiques - Bains acides usés (acide Hcl) - Huiles usées.

TABEAU 1 : EFFLUENTS LIQUIDES DES UNITES ETUDIEES DE
LA REGION ROUBA - REGHAIA (1)

Dénomination et Activité exercée	Nature des effluents liquides
<p>PRODUCTION DE LAMES Fabrication de lames à raser</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Bains usés de dégraissage - Eaux de refroidissement - Solution usée d'antirouille (tous les 4 mois) - Eaux usées domestiques - Huiles de vidange
<p>E N A D - ROUIBA Détergents en poudre</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux de lavage des filtres de détergents - Eaux de rinçage des malaxeurs de détergents - Eaux de lavage des équipements et des aires de travail contenant du détergent - Huile de vidange
<p>E N A D - REGHAIA Détergents ISIS Nada et insecticides TAC</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux de rinçage des mélangeurs TAC - Eaux de rinçage des filtres de détergents - Eaux de rinçage des malaxeurs détergents - Eaux de lavage des équipements et des aires de travail contenant des détergents - Eaux de lavage du bac de préparation de colle - Huile de vidange
<p>NOUVELLE CONSERVERIE ALGERIENNE - Conserverie de fruits et légumes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux de refroidissement chaudes (60°C.) - Eaux de lavage des cures de travail - Eau de lavage des produits - Eaux de lavage des cuiseurs - Eaux de cuisson
<p>ENATB 6 UMB 412 Fabrication de pylones haute et basse tension, accessoires et galvanisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux des bacs de galvanisation - Bains acides de décapage - Eaux de rinçage des bacs - Eaux usées domestiques - huiles de vidange
<p>E N G I</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Solutions usées d'amine - Solution de permanganate - Solution de sulfate de soude - Eaux de refroidissement chargée d'organo-phosphorées et d'organo soufrés. - huiles usées

TABLEAU 1 (suite): EFFLUENTS LIQUIDES DES UNITES DE
LA REGION ROUIBA-REGHAIA (1)

II - 2 Caractéristiques générales des effluents industriels

Les effluents rejetés par les unités industrielles contribuent d'une manière directe à la dégradation de la qualité des eaux naturelles des lacs et à la formation d'une couche de sédiment qui s'épaissit progressivement. Cette dégradation se caractérise par:

-Des teneurs élevées de matières en suspension (M.E.S.) rejetées, qui bloquent la respiration des poissons en causant un épaississement des cellules épithéliales des bronchies, et entravent le phénomène de photosynthèse en limitant la diffusion de la lumière.

-La présence de matières organiques qui entraîne un appauvrissement des eaux du lac et de l'oued en oxygène, et favorise donc l'installation d'un milieu anaérobie accompagné par un dégagement de gaz néfastes tels que CH_4 et CO_2 .

-L'installation de ce milieu anaérobie est favorisée aussi par l'effet d'écran dû aux huiles et hydrocarbures. Ces derniers forment un film imperméable à l'oxygène et entravent ainsi l'activité bactérienne aérobie.

-De grandes variations de pH qui peuvent entraîner une dissolution de métaux toxiques présents dans les sédiments et ralentir l'activité bactérienne qui est favorisée par un pH de 6,5 à 8,5 (19). *tableau 2*

-Les risques d'eutrophisation qui augmentent aussi grâce à la richesse de certains effluents en azote et en phosphore (20).

L'eutrophisation est définie comme étant l'hyper-fertilisation des eaux par un apport d'éléments nutritifs tel que l'azote et le phosphore en excès; ces éléments favorisent la prolifération des plantes et du phytoplancton (20).

-D'autre part, le problème des métaux lourds devient alarmant lorsque les teneurs dans les eaux dépassent de loin la teneur seuil. Du fait de leur accumulation dans la chaîne alimentaire, ils atteignent tous les organismes vivants. *Ces derniers* ont pour chaque élément un seuil de toxicité bien déterminé (21).

Il s'avère donc nécessaire de résumer les caractéristiques de ces métaux lourds.

II - 3 Les micropolluants métalliques

Les métaux lourds tels que le cuivre (Cu), le zinc (Zn), le plomb (Pb), l'argent (Ag), le cadmium (Cd), le mercure (Hg), etc..., sont des éléments doués de propriétés toxiques plus ou moins élevées vis-à-vis des organismes vivants. Certains de ces métaux (tels que Zn , Cu) ne sont toxiques qu'à forte concentration, d'autres par contre (Pb , Cd , Hg , etc...) sont intrinsèquement toxiques (22).

Bien qu'une partie de ces métaux soit piégée dans les sédiments, la partie soluble restante est toujours toxique. De plus, sous l'influence du pH, les métaux sédimentés peuvent se solubiliser et être libérés dans l'eau (23), mettant ainsi en péril la vie aquatique et celle de l'homme par le biais de la chaîne alimentaire. Dans ce qui suit, nous nous intéresserons plus particulièrement au mercure et au Pb et Zn . Ces derniers ayant fait l'objet d'études détaillées dans les eaux et les sédiments.

II-3-I-Le mercure

a)-Sources de pollution mercurielle:

La présence du mercure dans l'environnement est essentiellement due à un dégagement de la croûte terrestre et aux activités industrielles.

Le mercure dégagé par la croûte terrestre s'évapore puis précipite vers la terre avec les pluies (24).

Les rejets industriels contiennent aussi du mercure à l'état minéral ou organique, ce dernier se fixant plus facilement dans les tissus vivants

b)-Formes chimiques du mercure:

Il se trouve sous forme métallique Hg^0 , sous forme de sel minéraux : mercurieux ou mercurique, sous forme organique RHg ou R_2Hg où Rest un groupement carboné, et sous forme de vapeur de Hg dans les fumées et poussières industrielles.

c)-Le mercure dans le milieu aquatique:

Le mercure étant très volatile, sa présence à l'état vapeur dans l'atmosphère est aussi importante et dangereuse que sa présence dans l'eau sous forme organique; le mercure en solution, comme tous les métaux, peut faire partie de la composition chimique des sédiments aquatiques par précipitation. Mais sous l'influence du pH, en milieu acide, il y a solubilisation et libération du mercure sous forme ionique par échange d'ions; le cycle du mercure se déroule presque totalement dans les sédiments très superficiels (23) Fig. 4.

Plusieurs éléments dans l'eau sont sujets à des transformations qui peuvent les rendre plus toxiques. C'est le cas du mercure.

Le mercure inorganique est transformé en méthyl et diméthyl-mercure, plus toxiques dans l'environnement aquatique, ceci grâce aux activités bactériennes. Le processus de méthylation peut se faire dans des conditions aérobies (bactéries: *Neurospora*, *Pseudomonas*) ou anaérobies (bactéries: *Clostridium*) (26)

Trois observations ont permis de comprendre que le mercure minéral peut être méthylé dans certaines conditions (23):

-On a trouvé dans les poissons contaminés que le mercure était présent sous sa forme méthylée;

-Du mercure minéral ajouté à des sédiments d'aquarium non stérilisés engendre du méthyl-mercure qu'il est possible de détecter dans les sédiments.

-On a remarqué l'existence de bactéries contenant de la méthyl-cobalamine.

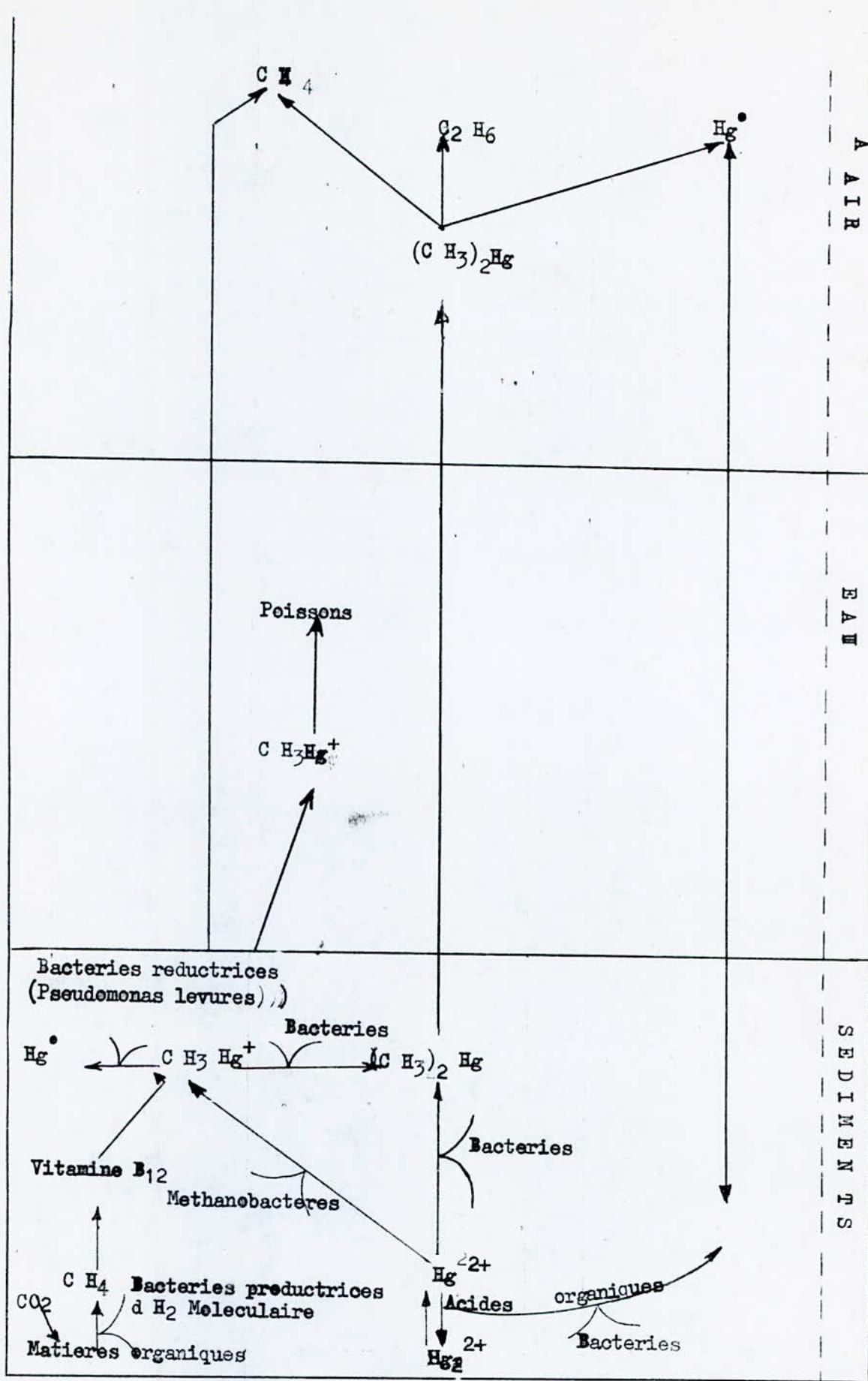


Fig 4 : LE CYCLE DU MERCURE (24 , 27)

Ces bactéries peuvent méthyler le mercure minéral dans les sédiments. A pH faible, la synthèse du méthyl-mercure est favorisée par rapport à celle du diméthyl-mercure (24).

*La méthyl-cobalamine : coenzyme qui active ou favorise la réaction de méthylation (25).

+Cobalamine :: coenzyme entrant dans la composition de la vitamine B₁₂. Elle est fournie par synthèse des microorganismes du sol, de l'eau, des intestins des animaux.

II - 3 - 2 - Le zinc :

Il est rejeté en grande quantité dans les industries de traitement de surface comme certains autres métaux tels que Fe, Cr, etc.....

Il se présente généralement soit sous forme soluble dans l'eau, soit dans les sédiments. L'ensemble des analyses faites sur les sédiments de l'oued de REGHAIA ont montré que le zinc est piégé dans les sédiments par le phénomène d'échange d'ions (29).

Cette fixation semble suivre la loi empirique définie expérimentalement par :

$$y = 25,84 \log (0,167 t + 0,109)$$

où t :: temps en secondes.

y :: quantité de Zn²⁺ fixée, en mg / l

Le taux de fixation dépend de certains paramètres, tel que la teneur en sels de calcium (CaCl₂) dans l'eau.

Il a été remarqué que la fixation de zinc diminue quand la concentration en CaCl₂ augmente (29).

II - 3 - 3 - Le plomb :

Le même travail (29) a conclu que le plomb est également piégé dans les sédiments argileux de l'oued Réghaia. De la même façon que pour le zinc, le plomb suit une loi empirique donnant le taux de fixation de Pb²⁺ en fonction du temps :

$$y = 27 \log (0,198 t + 0,109)$$

où y: quantité de Pb²⁺ fixée en mg / l

t : temps en secondes.

Cet échange cationique dépend de plusieurs paramètres qui peuvent soit favoriser, soit inhiber la fixation, tel que la présence de sel de calcium (Ca Cl₂).

L'augmentation de la quantité de CaCl₂ dans l'eau diminue la fixation de Pb²⁺ par les sédiments de l'oued (27).

En conclusion, la diversité des polluants et les transformations qu'ils opèrent sur les cours d'eau, nous montrent la gravité du phénomène de pollution. Nous remarquons qu'en général les transformations qui ont lieu, grâce aux effluents rejetés dans les milieux récepteurs (air, eau, sédiments) sont complexes et conduisent quelque fois à des polluants plus toxiques.

* REMARQUE /: les lois mathématiques $y = 25,84 \log (0,167t + 0,109)$ et $y = 27 \log (0,198t + 0,109)$ sont des lois empiriques.

II-4 - Analyse des eaux et des sédiments :

Afin de pouvoir procéder à une étude comparative, l'ensemble des résultats de tous les travaux effectués sur les eaux de la zone industrielle de Rouiba - Réghaia ont été regroupés dans les tableaux 3 et 4. Nous y avons reporté les valeurs obtenues au niveau des différentes unités, de l'Oued, et du Lac de Réghaia, sous forme de fourchettes englobant les diverses valeurs.

Le but de cette étude comparative est de pouvoir, par des recoupements entre les différents résultats, tirer des conclusions générales, interpréter les résultats anormaux et exclure les valeurs qui sont aberrantes.

II-4 - 1 - Observations générales :

A première vue, les tableaux 3, 4 et 5 nous amènent à faire des observations générales ; nous remarquons que :

- plusieurs unités de la région considérée n'ont pas fait l'objet d'études jusqu'à présent ;
- Les marges de valeurs obtenues pour les différents paramètres de pollution tels que : DCO, DBO₅, MES, conductivité, dépassent les normes admissibles ;
- Le tableau sur les métaux lourds est incomplet ; certains métaux tels que Cu, Pb, Cd, ont été rarement dosés ; d'autres, tel que le Hg, n'ont jamais été dosés ;
- Il n'existe pas de valeurs générales à tirer de ces tableaux bien que les ordres de grandeur soient assez proches.

Nous avons noté également plusieurs points qui rendent une interprétation détaillée des résultats plus difficile :

- Les points de prélèvement diffèrent d'un travail à un autre, aussi bien au niveau des unités qu'au niveau de l'Oued et du Lac de REGHAIA ;
- Les prélèvements ont été faits à des périodes différentes de l'année ; les précipitations en hiver, l'évaporation d'une certaine quantité d'eau en été, les variations de température de l'eau, ont une influence qui est à considérer sur les résultats trouvés.

Les fluctuations dans les résultats sont dues aussi à plusieurs autres facteurs tels que :

- les analyses faites juste avant, ou juste après un nettoyage des installations, donnent des valeurs très variables par rapport aux autres analyses ; ceci nous révèle l'importance et les problèmes de maintenance dans les unités.
- Des accidents au niveau des unités, révélés par plusieurs travaux, tels que les fuites de réactifs, ont aussi leur importance. Il existe aussi ce qu'on appelle des rejets pirates, c'est à dire qu'un certain nombre d'unités rejettent leurs effluents directement dans l'Oued.

ELEMENTS (METAUX)	Fe mg/l	Zn mg/l	Cr mg/l	Cd mg/l	Cu mg/l	Pb mg/l	Mn mg/l
ANABIB PAF. (12) et GT							
.PAF Collect unité	5,2-7,2	0,22-0,31	0,06-0,16	traces-0,04	0,06-0,018	—	—
.G.T collect " " " " " "	0 -19,8	0 -5,2	—	—	0,06-0,018	—	—
ANABIB P.T (13)							
.collect unité	9,8-446	0-5	0	—	—	—	—
EAUX DU LAC (31)	0,3	0,1	trces	—	—	—	—
EAUX DU COLLECTEUR PRIN (32)	3,75	0,3	0,3	—	—	—	—
ENATB (33)							
.Collect unité	—	32-35	—	—	—	—	—
PRODUCTION DE LAMES							
.Collect unité	0,9	—	0,045	—	—	—	—

TABLAU N° 3 (suite): SYNTHÈSE DES DIFFÉRENTES ANALYSES SUR LES MÉTAUX LOURDS DANS LES REJETS INDUSTRIELS

PARAMETRES U U UNITES	GRAISSES HUILLES (mg/l)	PHOSPHATES (mg/l)	CHROME (mg/l)	SULFATES (mg/l)	NO ₃ ⁶ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)
NORMES SUISSES ET FRANÇAISES	5	20	0,02	250	6	---	---
ANABIE G.C.T.	0,28.10 ³ 172.10 ³	66	---	13 1-399	666	---	---
ENGI	12-18	---	666	---	---	---	---
PRODUCTION LAMES	30 -31	666	---	---	---	---	---
LAC	---	---	300	185	10	1,85	1,85
SNVI St1. Avant trait	---	---	14,5-2,07	---	---	---	---
SNVI St1. Après trait	---	---	10,1-1,80	---	---	---	---
SNVI St2 Avant trait	---	---	---	9,00	---	---	---
SNVI St2 Après trait	---	---	---	traces	---	---	---
ENAD U11 unite collecteur p(*) OUED LAC	---	---	15-145 16,3-340 5,6-300 86-314	46 18,4 1,2-6277 3,7-25,6 6,9-7,1	66 ---	---	---
ANABIE P.A.F.	66	---	275-526	163-6492	6	---	---

TABLAU N° 4 : SYNTHÈSE DES PARAMÈTRES DE POLLUTION .

(*) Au niveau de l'oued

En ce qui concerne les unités la comparaison est plus difficile vu qu'au niveau de chaque unité une seule a été généralement faite . Les teneurs au niveau des différentes unités ne sont pas comparables . Une comparaison entre les unités et le collecteur ou l'oued est aussi difficile à faire vu que nous ne savons pas comment évoluent ces eaux durant le parcours , il serait souhaitable d'étudier en premier lieu le mode d'évacuation des rejets industriels depuis les unités , jusqu'au collecteur principal des rejets industriels .

b - DBO₅

Au niveau du lac :

JANVIER 86 :	4 à 14 mg/l	JUIN 86 :	141 mg/l
JANVIER 87 :	12 mg/l	JUIN 87 :	30 à 40 mg/l

Au niveau de l'oued :

JANVIER 86 :	201 à 672 mg/l	JUIN 86 :	70 mg/l
JANVIER 87 :	_____	JUIN 87 :	_____

AU niveau du collecteur principal :

JANVIER 86 ;	151 à 623 mg/l	JUIN 86 :	60 mg/l
--------------	----------------	-----------	---------

Au niveau du lac en comparant les DBO₅ DES DEUX PREMIERES PERIODES des années 86 et 87 nous remarquons que les valeurs sont du même ordre de grandeur . Par contre durant la deuxième période des années 86 et 87 la DBO₅ diminue , nous pouvons interpreter cette diminution par une accumulation des métaux lourds inhibiteurs de l'activité bactérienne et une augmentation ou élévation de la température qui diminue l'oxygène dissous .

En comparant les périodes hiver et été de chaque année , on remarque au niveau du lac une augmentation de la DBO₅ . Ceci nous paraît normal vu les fortes dilutions en hiver et l'évaporation en été et l'élévation de température . Par contre au niveau de l'oued et du collecteur principal la DBO₅ diminue de l'hiver à l'été; ceci pourrait être dû à une forte inhibition des microorganismes par les métaux lourds et à une élévation de température

Si on compare les rapports $\frac{DCO}{DBO_5}$, on remarque qu'au niveau du lac

En JANVIER 86 : $\frac{DCO}{DBO_5} = 4,2$

En JANVIER 87 : $\frac{DCO}{DBO_5} = 5,6$

JUIN 87 : $\frac{DCO}{DBO_5} = 9$

Ces rapports nous donnent une idée sur les possibilités d'autoépuration dans le lac , quand on sait que pour un rapport de 5 l'autoépuration devient pratiquement impossible .

c - MES

Au niveau du lac :

JANVIER 86 :	10 à 143 mg/l	JUIN 86 :	100 à 150 mg/l
JANVIER 87 :	22 à 120 mg/l	JUIN 87 :	_____

Au niveau de l'oued :

JANVIER 86 :	175 à 719 mg/l	JUIN 86 :	640 à 1415 mg/l
--------------	----------------	-----------	-----------------

Au niveau du collecteur principal :

JANVIER 86 : 283 à 844 mg/l

JUIN 86 : 16280 mg/l

Pour les deux périodes consécutives d'une même année, les MES au niveau du lac de l'oued et du collecteur principal augmentent. Cette augmentation est due à une diminution de la dilution et donc une plus grande concentration en polluants et à une élévation de la température. Pour une période d'hiver de deux années consécutives la quantité des MES au niveau du lac est à peu près la même. Nous remarquons aussi que la quantité des MES au niveau de l'oued est plus grande qu'au niveau du lac, ceci est justifiable vu la dilution et la sédimentation qui se font au niveau du lac.

d - pH

Les mesures de pH durant les deux années 86 et 87 au niveau du lac et de l'oued ont montré que les eaux du lac sont légèrement alcalines tendant vers la neutralité. Cette alcalinité pourrait s'expliquer par la présence de carbonate de calcium qui fait partie de la constitution géologique de la région ou par une assimilation photosynthétique du CO₂ par les végétaux.

e - Oxygène dissous :

La quantité d'oxygène dissous a été rarement mesurée.

Au niveau du collecteur principal nous voyons qu'elle est nulle, ceci veut dire que toute oxydation ou activité bactérienne aérobie à ce niveau est réduite à néant.

f - Métaux lourds :

Les teneurs regroupées dans le tableau 4 montrent que l'étude des métaux lourds n'est pas complète. Il serait intéressant de compléter ce tableau par des mesures au niveau de l'oued, du lac et des unités pour pouvoir interpréter les résultats trouvés. Cependant quelques observations peuvent être faites.

Les teneurs en métaux dans les sédiments du lac sont élevées surtout en ce qui concerne le fer pour lequel les valeurs atteignent 4900 mg/kg de sédiment et le chrome dont la valeur maximale est de 1740 mg/kg. Notons que le fer peut provenir de différentes sources, il est un constituant majeur des vases. Les eaux de l'oued ont des teneurs en fer et zinc qui atteignent respectivement 4000 et 775 mg/l. Quant aux sédiments de l'oued, ils contiennent des teneurs élevées en métaux qui sédimentent.

La teneur en fer est la plus grande teneur enregistrée, elle varie de 13000 à 44000 mg/kg de sédiments.

Les teneurs trouvées dans les sédiments de l'oued sont supérieures à celles trouvées dans les sédiments du lac, ce qui semble anormal. Ceci peut être dû à plusieurs raisons :

- Les méthodes de prélèvement ne sont pas les mêmes.
- Les lieux d'analyses sont différents.
- Les prélèvements faits au niveau de l'oued ont été effectués parfois à des endroits d'accumulation de polluants.
- Le pH, qui joue un grand rôle dans la dissociation des métaux des sédiments est aussi à prendre en considération.

Nous avons remarqué que la teneur en fer rejetée par l'ANABIB P.T. en été 86 est trois fois plus grande que la quantité rejetée en hiver 87, ceci est probablement lié à la production de l'unité. Pour les autres unités aucune hypothèse ne sera faite sur les rejets puisqu'au niveau de chaque unité une seule étude a été faite.

Cependant il est important de signaler que certaines unités effectuent des rejets par intermittence toutes les deux semaines (5). Par conséquent l'analyse d'un échantillon ne serait significative que toutes les coordonnées de l'échantillon prélevé ont été prises en compte, c'est à dire préciser le nombre de jours séparant le prélèvement de la vidange des bacs de stockage des eaux résiduaires industrielles et si la production a ou non changé.

Il est bon de signaler qu'il existe des rejets industriels pirates, ceci, superposé avec d'autres effets déjà cités pourrait expliquer les teneurs en métaux lourds dans de l'oued qui dépassent celles des sédiments du lac.

A tous les travaux fait au niveau du Département du Génie de l'Environnement (E.N.P.) s'ajoutent deux travaux effectués par l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (A.N.P.E.) et dont les résultats sont récapitulés dans les tableaux 6 et 7.

Dans le travail effectué en Aout 1985 (39) les résultats des analyses faites au niveau de quatre unités : E.N.A.D (ROUIBA), E.N.A.D (REGHAIA), S.N.V.I/C.V.I et E.N.I.P.E.C ; présentent des anomalies. Ces résultats révèlent une DCO nulle dans deux unités E.N.A.D (ROUIBA) et E.N.A.D (REGHAIA), alors qu'elles ne possèdent pas de station d'épuration. Même si on suppose une grande vigilance du personnel et une évacuation des eaux résiduaires domestiques dans des canalisations à part, il existe obligatoirement dans les rejets certaines quantités de phosphates. D'autres valeurs sont aussi étonnantes telle une teneur nulle en Cr^{+6} au niveau de la S.N.V.I/C.V.I, ou alors une quantité de détergents de 60 ppm avec une teneur en phosphate nulle et une D.C.O. nulle.

Dans le second travail effectué en Mars 1987 (40) une série d'analyses a été faite sur les eaux de l'oued de regh REGHAIA, l'oued BIAR Est les eaux du marais.

Ces analyses nous révèlent les mêmes teneurs en Hg, Cd, Cu, Zn, Pb aussi bien au niveau des eaux de l'oued que les eaux du lac, ceci suppose qu'il n'y a aucune précipitation ou dilution qui se fait.

Dans le cas particulier de la S.N.V.I /C.V.I. nous disposons actuellement de trois séries d'analyses effectuées sur les eaux.

La première série d'analyses a été effectuée en 1971 (17). A cette époque l'unité ne possédait pas de station d'épuration, les rejets dépassent légèrement les normes.

La seconde série a été effectuée entre Septembre 86 et Janvier 87 (10). Dans ce travail nous avons remarqué des anomalies assez importantes, nous avons observé qu'après traitement des eaux certains paramètres de pollution tels que la DCO, les MES, les phosphates augmentent dans certains cas alors qu'il auraient dû diminuer.

UNITES	D C O . (mg / l)	M E S (mg/l)	Cr ⁺³ (mg / l)	Cr ⁺⁶ (mg / l)	PHOSPHATES (mg / l)	DETERGENTS (mg / l)
5 ENAD (ROUBA)	0,00	—	—	—	0,00	60
8 ENAD (REGHAIA)	0,00	—	—	—	2,80	20
S N V I C V I	—	0,5	0,00	0,000	11,4	—
ENIPEC	0,37	12,5	8,00	8	—	—

TABLAU N° 5 : RESULTATS D ANALYSES DES EAUX EFFECTUEES RPAR L AN PE

(AOUT 1985 •)

PARAMETRES	PONT OUED 6- REGHAIA	PONT OUED - BIAR	MARAIS	DIGUE MARAIS
D C O (mg/l)	6			
DBO (mg/l)	250	30	40	55
M E S (mg/l)				
p H	9	9,5	8,5	6,5
PHOSPHATES m(mg/l)	0,33	0,25	0,36	2,0
Hg (mg/l)	0,001	0,001	0,001	0,001
Cd (mg/l)	0,001	0,001	0,001	0,001
Cu (mg/l)	0,1	0,1	0,1	0,1
Zn (mg/l)	2,0	2,0	2,0	2,0
Pb (mg/l)	0,1	0,1	0,1	0,1

TABLAU N° 6: RESULTATS DES ANALYSES DES EAUX EFFECTUEES PAR L ANPE (08/03/87)

Le troisième travail a été effectué en juin 87 dans ce dernier, les mêmes anomalies ont été enregistrées.

Cette hausse des paramètres de pollution pourrait être due à une superposition de plusieurs facteurs tels qu'un excès de réactifs utilisés dans les traitements dont une partie reste en solution et se retrouve dans les eaux traitées, une solubilisation des métaux précipités des problèmes de maintenance peuvent aussi justifier ces anomalies.

Dans le but d'essayer de comprendre ces anomalies il nous semble nécessaire d'effectuer quelques prélèvements supplémentaires au niveau des deux stations d'épuration : déchromatation neutralisation et deshuilage neutralisation et d'effectuer des compléments d'analyses.

Au vu de ce qui a été dit précédemment, nous pensons que l'oued et le lac de Réghaia courent un danger permanent. Bien que des valeurs précises ne puissent être déduites de l'étude de synthèse, il ressort quand même que les teneurs en polluants dépassent les normes.

Ceci est d'autant plus inquiétant que l'eau du lac ainsi polluée est utilisée à des fins agricoles et cynégétiques, ces derniers étant, comme nous le savons, à défendre.

D'après ce qui a été vu jusque là, nous voyons la nécessité d'avoir des stations d'épuration au niveau de chaque unité et une maintenance régulière de ces dernières.

Cependant un autre problème surgira alors, car les boues issues de ces stations d'épuration devront être traitées avant leur rejet. Il ressort donc l'importance de l'étude des boues et de leur traitement.

III - 5- Analyse des boues et traitements :

D'après les informations reçues , les boues de la SNVI-CVI ne subissent aucun traitement , elles sont recueillies dans un bac .

Le traitement des eaux d'origine urbaine ou industrielle conduit toujours à la formation de boues que l'on sépare de l'eau traitée .

Dans ces boues sont piégés tous les polluants et leurs produits de transformation . Leur composition dépend à la fois de la pollution initiale de l'eau et des procédés d'épuration auxquels cette eau a été soumise . La caractérisation physique des boues semble être aussi fondamentale que la caractérisation chimique pour le choix du traitement qui leur est appliqué car tout rejet occasionnel ou accidentel des boues dans le milieu récepteur est plus préjudiciable qu'un rejet d'effluent brut en raison des risques accrus de sédimentation (4II).

Il est donc indispensable de prévoir une filière d'évacuation des boues en minimisant les nuisances . Les problèmes que posent les boues sont essentiellement :

- Leur volume

-Les nuisances qui résultent de la nature même de ces boues. En premier lieu le traitement des boues consistera essentiellement en une stabilisation de ses produits . Le second objectif à atteindre est la réduction du volume de ces boues par élimination de l'eau interstitielle entourant les particules solides .

L'élimination finale des boues peut suivre plusieurs voies . A cet effet une analyse chimique permet d'évaluer les risques de la pollution qui peuvent être engendrés et de connaître les substances utiles qui peuvent être récupérées . Une analyse microbiologique permet d'estimer les risques sanitaires pour l'homme et les animaux . Les analyses physiques fourniront des renseignements sur l'état d'hydratation des boues .

II- 5- I- Analyse physique :

La structure d'une boue est définie à partir des liaisons existantes entre les particules constitutives (42) . Par exemple, l'eau des boues peut être libre ou emprisonnée dans les particules.

Parmi les caractéristiques physiques des boues ; on peut citer:

- L'analyse thermogravimétrique.
- L'aptitude à la décantation .
- L'indice des boues .
- La résistance spécifique à la filtration.
- Le pouvoir calorifique.

a- Analyse thermogravimétrique:

C'est l'étude des variations de masse en fonction du temps d'un échantillon de boue placé dans une enceinte maintenue à une température constante inférieure à 100°C et dont l'atmosphère est constamment renouvelée . Cette analyse permet d'étudier le caractère hydrophile ou hydrophobe d'une boue .

b- Aptitude à la décantation :

On distingue deux types de matières décantables :

- Les particules grenues qui sédimentent indépendamment les unes des autres avec une vitesse de chute constante.
- Les particules plus ou moins floculées qui résultent d'une agglomération naturelle ou provoquée des matières colloïdales en suspension .

c- Indice des boues :

+ Indice de Mohlman :

L'indice de Mohlman est défini par le volume occupé par 1g de boue sèche après décantation d'une demi-heure . Cette mesure concerne les boues activées, elle permet leur caractérisation.

Boues activées : les boues issues d'un traitement biologique des eaux usées sont renvoyées dans un bassin d'activation où un excès de matières organiques maintiendra la vie bactérienne.

+ Coefficient de cohésion d'une boue :

Le coefficient de cohésion d'une boue après floculation de l'eau résiduaire . La valeur de ce coefficient nous renseigne sur le comportement des précipités dans un décanteur .

+Indice de Ponsar :

C'est le rapport du volume de boue résultant de la sédimentation en 30 mn dans une éprouvette de 2,5 litres d'un mélange de III de boue activée et de I,5 litres d'effluent décanté et du poids spécifique apparent de boue activée par rapport à son liquide interstitiel .

d-Resistance spécifique à la filtration :

La résistance spécifique à la filtration se définit comme étant la résistance qu'oppose à la filtration une quantité de gâteau déposée sur 1 m^2 de surface filtrante .

e-Pouvoir calorifique :

C'est la quantité de chaleur produite par la combustion complète d'une unité de masse de substance dans des conditions telles que la température des réactifs à 20°C . La connaissance du pouvoir calorifique des boues permet de dimensionner un incinérateur .

III- 5- 2- Analyse chimique :

L'utilisation des boues à des fins agricoles ou énergétiques dépend essentiellement de leur composition chimique . En effet et une forte teneur en azote , phosphore et en matières organiques conduit à une possibilité d'épandage agricole , alors que la présence de micro-polluants tels que Zn, Co, Hg, Pb limite l'utilisation agricole .

Pour l'utilisation énergétique des boues , c'est la matière organique qui est essentielle (43) . L'analyse chimique des boues requiert des méthodes semblables à l'analyse de l'eau.

a-Substances organiques :

La mesure de la matière organique (MO) évalue l'aptitude d'une boue à devenir un matériau énergétique. Cette mesure se fait par évaluation des DCO, DBO, COT, ...

b-Substances azotées :

L'azote se présente sous forme d'acides aminés , nitrates, nitrites , ammonium. La détermination de la teneur en azote, permet d'estimer la valeur agricole d'une boue et d'évaluer les risques de pollution inhérentes à l'épandage des boues.

c-Substances minérales :

Les substances minérales contenues dans les boues peuvent avoir des effets bénéfiques ou nuisibles suivant la nature et la teneur de la substance considérée . pour le phosphore par exemple , sa présence dans les boues favorise leur épandage . par contre la présence de matières toxiques exclue leur utilisation agricole . Il est donc important de

les identifier dans un premier temps , puis de les doser pour mieux connaître la caractéristique d'une boue ; le dosage s'effectue après minéralisation qui est basée sur une oxydation de la matière organique par un acide minéral (H_2SO_4 , HNO_3 ,.....) .

CONCLUSION :

Le matériel disponible actuellement dans les laboratoires d'analyses chimiques des établissements scientifiques permet l'identification de très nombreuses substances minérales et organiques et leur dosage dans des limites de détection plus ou moins faibles.

Il est donc possible de connaître la constitution qualitative et quantitative d'une boue et de prévoir un traitement pour chaque type de boue.

Un contrôle de routine de quelques paramètres chimiques est donc nécessaire et un résultat aberrant peut être l'indice d'un mauvais fonctionnement de la station de traitement ou d'une anomalie dont on doit déterminer la cause .

II-5-3-Cas des boues de la S.N.V.I.-C.V.I. :

Dans notre étude, nous avons porté notre attention sur les rejets industriels de la Société Nationale des Véhicules Industriels . Certaines analyses chimiques ont été faites sur les boues issues des stations de traitement des eaux résiduaires . L'étude quantitative de ces boues a permis d'évaluer la teneur de chaque élément piégé après traitement des eaux résiduaires . Les résultats des analyses faites sur ces boues ont permis d'avoir une idée sur leur degré de pollution .

-La DCO maximale des boues de la première station (déchromatation, neutralisation) est de 115 mg/l d' O_2 .

-La DCO maximale des boues de la deuxième station (désulfurage, neutralisation) est de l'ordre de 132 mg/l d' O_2 .

Ce paramètre nous renseigne d'une manière générale sur le degré de pollution d'un rejet liquide (effluent ou boue) . Une comparaison des teneurs en éléments polluants présents dans les boues, nous permettra de tirer des conclusions sur l'efficacité du traitement des rejets de la S.N.V.I.-C.V.I. (tableau 7).

Bien que les analyses des boues et des eaux dont les résultats sont reportés dans le tableau 7 soient faites pendant la même période de la même année (15,37) , une étude comparative reste délicate car les boues étudiées sont stockées pendant une longue durée et elle ne correspond pas aux eaux traitées prélevées.

Au vu du tableau 7 on remarque de fortes teneurs en métaux dans les boues; par conséquent il serait possible de dire que la station de traitement présente une bonne efficacité ; mais si on compare la teneur en métaux en solution; on constatera que les teneurs des métaux après traitement ne sont pas négligeables.

PARAMETRES	STATION 1 Boues	STATION 2 Boues	STATION 1: Eaux		STATION 2 Eaux
			Avant trai	Apres trai	
T°(°C)	22	21	19	18	6
pH	8,3	8,7	7,2	---	---
CONDUCTIVITE (mS/cm)	3,5	2,5	1,85	2,00	---
HUMIDITE (%)	82	80	6	---	---
MS à 105°C (%)	18	20	---	---	---
MS (%)	4;00	7,00	---	---	---
DCQ(mg/l)	115	132	187-572	175-602	66
MV (%)	4	7,32	---	---	---
CHLORURES (mg/l)	653	710	9	traces	---
SULFATES (mg/l)	270	168	---	---	---
PO ⁻ (mg/kg MS)	60	97	0,6-0,85	0,14-0,17	---
Fe (mg/l)	52000	285000	0,5-0,8	0,14-0,17	8
Zn (mg/l)	7 700	4650	66	---	---
Cr (mg/l)	2300	360	0,75-0,92	traces- 0;4	---
Pb (mg/l)	5,6	6,6	---	---	---
Cu (mg/l)	93	210	66	---	---
Cd (mg/l)	7	10	6	---	---

TABLAU N° 7 : TENEURS DES ELEMENTS POLLUANTS DES BOUES ET DES EAUX
DES STATIONS DE TRAITEMENTS DE LA SNVI/ CVI (Juin 87)

A titre d'exemple on remarque que les eaux avant traitement contiennent 0,85 mg/l de Fe²⁺; après traitement, elles contiennent 0,17 mg/l de Fe²⁺; la quantité de fer éliminée serait de: $0,85 - 0,17 = 0,68$ mg/l.

Mais la teneur en fer des boues est presque 75 fois plus grande, ce qui prouve que ces boues sont issues de plusieurs traitements s'étalant sur une longue période. La teneur en métaux lourds étant assez forte, une technique de récupération de ces métaux serait avantageuse économiquement.

On peut remarquer aussi que la DCO des boues est de l'ordre de 55 à 115 mg/l pour la station 1 et de 73 à 125 mg/l pour la station 2. Les métaux piégés étant sous forme d'hydroxydes, la valeur de la DCO pourrait correspondre à l'oxydation des chlorures ou sulfates dont les teneurs dans les boues de la S.N.V.I.-C.V.I ne sont pas négligeables.

Lors de l'étude des eaux de la S.N.V.I.-C.V.I., on a constaté que la teneur en phosphates dans les eaux était très importante; mais dans les boues, la teneur est relativement faible. Ce qui semble logique puisqu'aucun traitement n'est prévu pour les phosphates.

Devenir des boues de la S.N.V.I.-C.V.I

Ces boues sont déversées dans la décharge de OUED-SMAR (15). Si un seul rejet de ces boues n'a pas de conséquences graves, une accumulation des rejets durant l'année augmente la quantité des métaux lourds toxiques au niveau de la décharge. Cette accumulation progressive pourrait mettre en cause la qualité des eaux souterraines. De plus, l'épandage de ces boues contenant de fortes concentrations en métaux lourds toxiques est susceptible de mettre en péril la productivité agricole et la qualité des récoltes à l'avenir. L'incinération des boues reste une solution possible. Une récupération de certains métaux (tel que le fer) à partir de cendres des boues industrielles (44) et des boues urbaines est possible; cette technique appliquée au CANADA a donné des résultats intéressants.

5 - 4 - Problèmes engendrés par la décharge des boues

Dans le cas où la mise en décharge des boues est la seule solution possible, il serait indispensable de prévoir un traitement afin d'éviter tout risque de contamination du milieu de la décharge où les métabolismes chimiques et biologiques sont très instables, vu les transformations qui s'y effectuent tels que variations de pH (acidité due aux acides humiques et carboxyliques) et qui peuvent être des facteurs de redissolution de certains éléments toxiques; les variations de température dues aux incendies dans les décharges.

Ainsi, les éléments toxiques peuvent à tout moment se dissoudre dans les eaux de percolation, qui traversent la décharge, et contaminer les nappes d'eau.

Contamination des nappes souterraines par les décharges :

1 - Transformation des substances déchargées :

Les substances subissent dans le dépôt le processus naturel de vieillissement et de décomposition. Le compactage dû au passage des véhicules lourds entrave l'apport d'oxygène de sorte que la décomposition microbienne aérobie à l'intérieur du dépôt se transforme en une décomposition anaérobie. Il se forme du gaz carbonique et du méthane qui est à l'origine des incendies des décharges (45).

De l'hydrogène sulfuré est formé à partir de la décomposition des corps organiques sulfureux. Les plastiques sont attaqués par des produits du métabolisme microbien (par exemple: H_2S , H_2SO_3 , H_2SO_4 , NH_3). Les matières minérales sont dégradées, même si le processus est lent. D'autre part, les métaux peuvent être liés par de l'acide salicylique sous forme de silicates et par les acides humiques (46).

Tous ces éléments issus de la décomposition des substances déchargées, peuvent se dissoudre dans les eaux de percolation et être entraînés jusqu'aux eaux souterraines.

2 - Micropolluants dans les eaux souterraines :

Les métaux se trouvent sous la forme de sels, de solubilité variable, ou d'ions simples hydratés. Leur migration du fond de la décharge à la nappe est essentiellement fonction des conditions du milieu naturel et des facteurs chimiques régissant l'équilibre sol-eau (45,46).

5 - 5 Traitement des boues

A. Les prétraitements

Ils permettent de déstabiliser les colloïdes favorisant la rétention de l'eau (4,42).

a - L'éluutriation : c'est un lavage à l'eau des boues de façon à améliorer l'aptitude à la décantation, l'élimination des matières colloïdales et la réduction de l'alcalinité.

b - La floculation : certains sels minéraux favorisent la décantation; ce sont des flocculants.

B - Stabilisation des boues :

La stabilisation biologique :

* Digestion anaérobie : elle permet le développement des bactéries méthanifères qui agissent en anaérobiose sur la matière organique et la décomposition avec production de méthane. Ce dernier peut être récupéré et utilisé comme carburant (47).

* Digestion aérobie : par une aération des boues prolongée, les microorganismes aérobies peuvent se multiplier en dégradant la matière organique dans les boues.

b - Stabilisation non biologique :

* Chaulage : l'chaux a des propriétés flocculantes pour les boues.

Elle élève le pH des boues; de plus elle a un pouvoir désinfectant(42).

* Pasteurisation : dans ce cas, la boue est maintenue à une température de 70°C pendant 20 mn. Elle a pour but d'assurer l'aséptisation de la boue; mais la stabilisation, dans ce cas, n'est pas complète car une fermentation peut apparaître à cette température.

C. La Déshydratation:

a - Les lits de séchage : Le séchage des boues sur des lits de sables drainés n'est à retenir que pour des boues bien stabilisées et non putréscibles. Ces boues se déshydratent par infiltration de l'eau à travers le milieu filtrant et par évaporation (42). Ces dernières sont placées dans un bain peu profond recouvert d'une couche de sable et d'une autre couche de gravier fin (48).

b - La filtration : l'eau est séparée des matières solides grâce à un matériau filtrant par une simple action gravitaire, ou par une différence de pression. Les solides concentrés forment un gâteau (42).

c - La centrifugation : la centrifugation est une technique de séparation des phases liquides - solides, dont le principe relève de la loi de la pesanteur et est basé sur l'action de la force centrifuge.

d - La déshydratation par la chaleur : elle est effectuée par introduction des boues liquides dans un échangeur thermique. La vapeur d'eau s'élimine dans la partie haute, alors que les boues sèches tombent dans la partie inférieure. Elle permet l'évaporation de l'eau interstitielle des boues et même de l'eau de constitution.

Cette technique est envisagée si le produit final est récupérable et commercialisable sous forme d'engrais.

D - L'incinération :

Elle conduit à la combustion des matières organiques des boues. Elle ne peut s'appliquer qu'à des boues déjà déshydratées, pour une meilleure rentabilité de l'opération.

Les boues peuvent être mélangées à des ordures ménagères. Une partie des calories dissipées par ce procédé est récupérable sous forme de chaleur ou d'électricité.

E - La Pyrolyse : Elle consiste, après avoir séché la boue, à sa température, les produits obtenus par pyrolyse sont généralement récupérables (gaz, huiles, charbon....)(42).

F - Le Compostage :

Il consiste en une transformation physico-chimique de la nature des substances contenues dans les boues déshydratées due à une action biologique aérobie de divers organismes. On obtient un produit stable dont la teneur en éléments organiques et minéraux favorisent l'utilisation agricole des boues compostées (19, 43).

5 - 6 - Traitement des décharges :

Les sites de décharges publiques doivent être choisis après une étude approfondie du site géologique et de sa perméabilité. Cette dernière dépend de la structure du sol et de sa nature. En effet les sols constitués de roches poreuses retiennent certains éléments en solution dans leurs pores ; mais lorsque la saturation du sol est atteinte, les éléments ne sont plus retenus. Un risque de percolation est donc permanent dans une décharge ; un lessivage contrôlé des décharges des déchets devrait être suffisant pour écarter tous les risques de contamination (49).

Le lessivage consiste à faire subir aux eaux traversant la décharge, une filière de traitement comprenant deux traitements :

- un traitement physico-chimique : floculation au $FeCl_3$ et à la chaux, suivie d'une décantation.
- Un traitement biologique classique des boues activées.

Généralement, les déchets urbains, les ordures et les déchets industriels sont déchargés dans les terrains le plus souvent possédant des dépressions naturelles ou artificielles (43).

Par suite, l'instauration d'une telle chaîne de traitement nécessite un certain aménagement du site de la décharge. L'exploitation du site est assurée par des alvéoles rectangulaires ; sur le fond de chaque alvéole, il y a un drainage placé le long d'un des grands côtés du périmètre réalisé par un remplissage en gravier d'une fosse de 1 mètre de profondeur et de 2 m de large. Les drainages sont reliés par des tubes de ciment à des puits de récupération dans lesquels sont placées des pompes de soulèvement des eaux de percolation.

Pour la construction des alvéoles, un compactage successif de deux couches superposées d'argile pure sur une hauteur totale de 150 cm est nécessaire.

La mise en place des déchets s'effectue suivant deux techniques :

- La technique en couche : les déchets sont placés en couches de 2 à 2,5 m, séparées par une couche de 15 à 30 cm de matériau de couverture.

- La technique en tranchée : elle consiste à remplir avec des déchets des tranchées préalablement creusées, et à les recouvrir avec le matériau extrait de la décharge.

Les percolats subissent donc un traitement complet schématisé sur la fig. 5

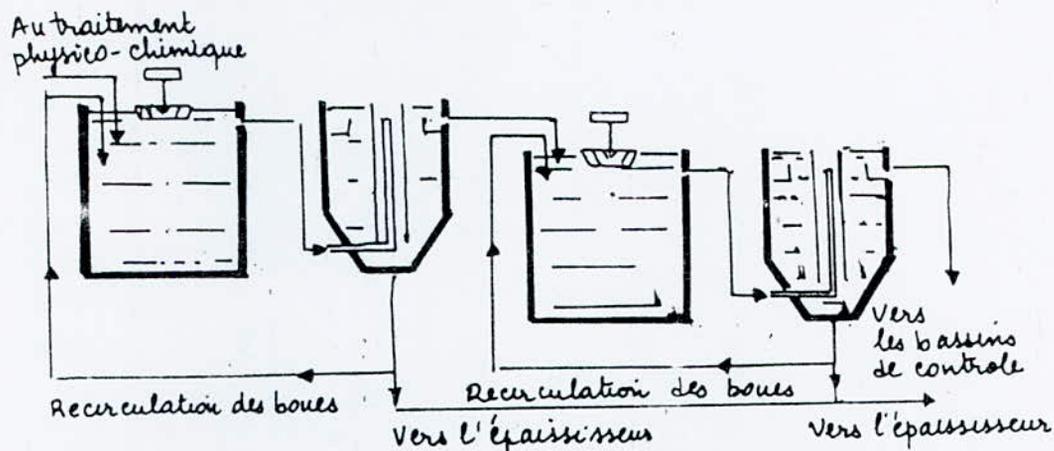


Figure F₂ : Traitement des percolats (47)

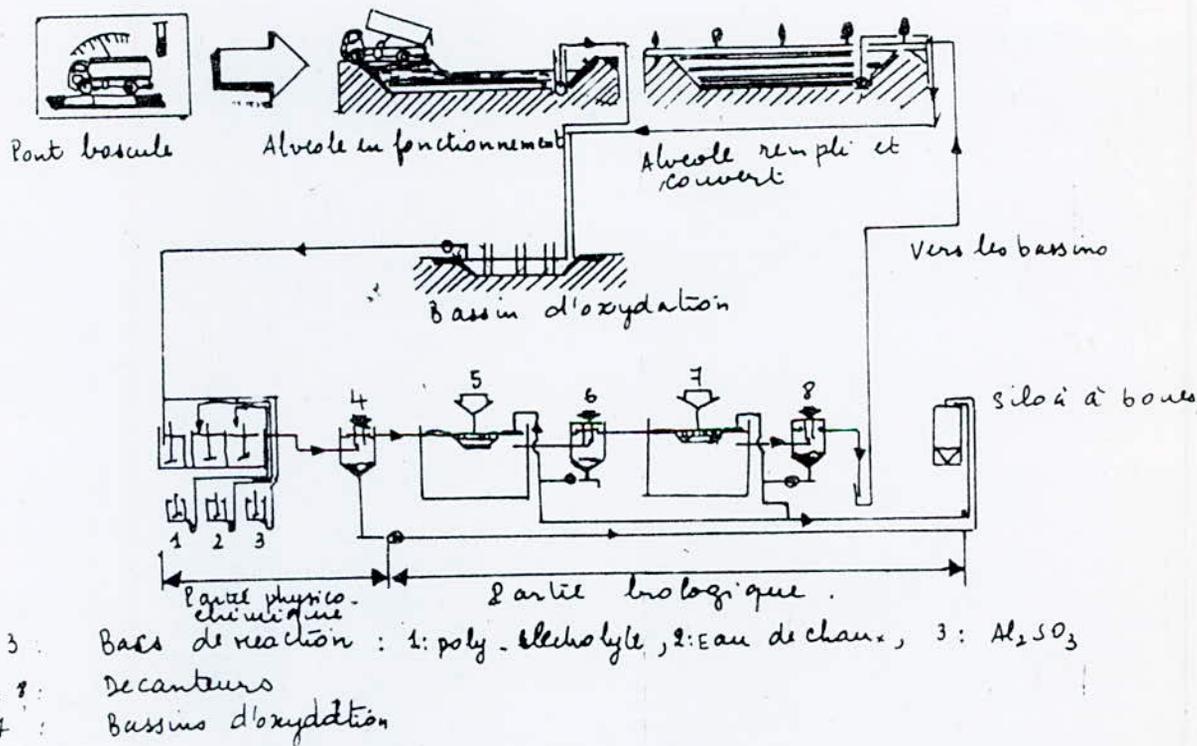


Fig F₂ : Traitement des décharges
(47)

L'installation se compose de :

-1 bassin d'aération

-3 réservoirs :

- * dans le 1er, on introduit du $Al_2(SO_4)_3$
- * dans le 2ème, on introduit du lait de chaux
- * dans le 3ème, on introduit un polyélectrolyte au moyen d'une pompe doseuse.

- 2 décanteurs de 2 m.

Après décantation, l'effluent est dirigé vers la partie biologique schématisée sur la fig. Les boues issues du traitement biologique sont dirigées vers l'épaississeur où elles sortiront pour être solidifiées. L'eau décantée est envoyée vers un second étage semblable (aération de décantation, récirculation des boues). A la sortie de cet étage elles seront dirigées vers les alvéoles où elles contribueront à la dilution des éléments solubles restant sur le site.

- L'avantage du procédé :

Ce principe permet la réduction de la DCO de la charge. Donc, tout risque de pollution est évité ; la décharge a été proprement "lavée" de ce qui peut être soluble. Dès que les eaux d'une alvéole sont propres, elles peuvent servir pour la dissolution d'autres eaux (ce qui est favorable au traitement biologique généralement freiné par la présence d'une forte teneur de métaux lourds).

- Cas de la décharge de 'Oued Smar

Le site de cette décharge a été choisi sans qu'une étude hydrogéologique n'ait été effectuée. Depuis 1978, la décharge reçoit tous les déchets industriels et les ordures ménagères d'Alger.

Une brève étude faite sur le site de la décharge en question, a montré que les couches superficielles du terrain sont à vocation agricole, les couches les plus profondes sont de nature argileuse, présentant un certain temps de rétention et une certaine perméabilité seuil. D'autre part, le terrain en question présente des dépressions artificielles car actuellement la Société Nationale de Matériau de Construction (S.N.M.C.) exploite la couche argileuse pour la fabrication des produits rouges de briquetterie.

De plus, à une quarantaine de mètres de profondeur, il existe une nappe souterraine dont les eaux sont menacées à tout moment par une contamination par les percolats.

Ainsi l'installation d'une station de traitement des décharges élimine tous les inconvénients notamment :

- La réduction d'une pollution atmosphérique due aux dégagements de fumées et des odeurs qui émanent de la décharge où les incendies sont permanents.
- Le risque de pollution de la nappe souterraine est éliminé.

CONCLUSION :

Nous voyons bien que le traitement des eaux dans les stations d'épuration ne résout pas entièrement le problème des rejets industriels, on se heurte toujours au problème des boues qu'il faut évacuer d'une manière ou d'une autre.-

Le traitement des boues nous paraît donc nécessaire ; mais si ce traitement se fait au niveau de l'unité considérée, les risques de contamination des eaux souterraines persistent vu la présence des déchets urbains déchargés qui peuvent être aussitoxiques. Le traitement des décharges présenté précédemment éliminera donc les problèmes de contamination des eaux souterraines dus aux déchets industriels et domestiques et préservera donc nos sources d'eau dont on a un si grand besoin.-

CHAPITRE III

COMPLEMENT D'ANALYSE .

III-1 PRESENTATION DES STATIONS D EPURATION DES EAUX DE LA SNVI /CV I :

a) STATION N° 1 : d) Dechromatation - Neutralisation

Au niveau de cette station, les eaux provenant du :

- Batiment tolerie - emboutissage
- Batiment montage camion
- Batiment montage autobus
- Atelier polyster

Ces sont des eaux chargées chimiquement en solutions acides ou basiques ou des chromiques issues des traitements de surface des pieces , ou encore des eaux provenant des cabines de peinture

Le traitement dans la station d epuration considérée consiste en une dechromatation , c est à dire une transformation du chrome hexavalent en chrome trivalent moins toxique (Cr^{+3})

PRINCIPE DE LA DECHROMATATION :

La dechromatation se base en premier lieu sur une ^{reduction} de l acide chromique (Cr^{+6}) en milieu acide , par différents reducteurs en chrome trivalent (Cr^{+3}), puis une précipitation de celui - ci, à l'état d hydroxyde de chrome , lors de la neutralisation consécutive .

La précipitation de l hydroxyde de chrome se fait par neutralisation à la soude ou à lait de chaux à un pH compris entre 7,8 et 8,2 à des pH plus élevés , il ya danger de redissolution du metal .

Ce risque est considerablement atténué dans la précipitation par la chaux Le chrome précipité sous forme d hydroxyde (bleu - vert) décante mal , l ajout de flocculants , en vu d accélérer la sédimentation s'est montré très avantageux dans la précipitation de l hydroxyde de chrome (30) .

b) STATION N° 2 : Deshuilage - Neutralisation

Cette station traite les eaux provenant de l'atelier de mecanique , ces eaux contiennent des huiles émulsifiées provenant des vidanges des machines outiles , des eaux des cabines de peinture , des eaux des bacs de lavage ; des eaux des bains usés alcalins et acides .

Le traitement des huiles se fait par un cassage à l'aide d'un coagulant en milieu acide ($Fe SO_4 + HCl$) ce qui favorise le relevage des huiles .

La partie eaux est dirigée vers la fosse de neutralisation ou on procede à une neutralisation à l'aide de lait de chaux suivie d'une coagulation - flocculation

La partie huile est stockée dans des cuves .

c) STATION N° 3 : decyanuration

Notons que la troisieme station (decyanuration) est à l arrêt actuellement , car une autre methode dans la fabrication , n utilisant pas de cyanure est en cours d essai .

III - 3 CONSERVATION ET CONDITIONNEMENT :

Les prelevements des échantillons ont été effectués en amont et en aval des deux stations d epuration ?

Ces prelevements ont été réalisés à des moments de la journée aussi espacés que possible dans des bouteilles en plastique .

III - 3 CONSERVATION ET CONDITIONNEMENT :

Les échantillons sont conservés à une temperature de 4° C, on y ajoute quelques gouttes d agents chimiques pour empêcher toute reaction ou transformation avant l analyse .

I

III - 4 ANALYSE DES EAUX :

Nous avons procédé à l étude des parametres de pollution habituels :

- temperature
- pH
- conductivité
- DCO
- MES
- orthophosphates

a Les eaux des stations de traitements de la S N V I / C VI, qui ont révélé des anomalies après traitements au cours des études précédentes .

On s est intéressé plus particulièrement au dosage des orthophosphates dans les eaux, car dans les travaux de P.F.E. précédents (eaux et boue) nous avons remarqué :

- Une hausse de la teneur en phosphates dans les eaux après traitements .
- ↳ Une faible teneur en phosphates dans les boues , puis que aucun traitement n'a été prévu pour l'élimination des phosphates .

Les résultats d'analyses sont regroupés dans les tableaux : 8 , 9 , 10 , 11 L

STATION N°1: ~~DECHIFFRE~~

PARAMETRES	AVANT TRAITEMENT	APRES TRAITEMENT
T °C	21	19
pH	9,8	7,5
D C O mg/l	210	320
D B O mg/l	66	---
ORTHO PHOSPHATES mg/l	55,2	29,2
CONDUCTIVITE mS/cm	1,8	1,75
MES mg/l	216	7 40

STATION N° 2 :

PARAMETRES	AVANT TRAITEMENT	APRES TRAITEMENT
T °C	24	23
pH	9,5	8,7
D C O (mg/l)	1050	648
ORTHO PHOSPHATES (mg/l)	29,2	23
CONDUCTIVITE mS/cm	1,800	1,85
M E S (mg/l)	380	170
D B O (mg/l)	---	---

STATION N° 1:

PARAMETRES	AVANT TRAITEMENT	A PERS TRAITEMENT
T °C	20	19
pH	8,1	9,6
D C O(mg/l)	1408	320
ORTHOPHOSPHATES (mg/l)	63,6	36,5
CONDUCTIVITE (mS/cm)	1,83	1,35
MES (mg/l)	1450	740

STATION N° 2:

PARAMETRES	AVANT TRAITEMENT	APRES TRAITEMENT
T °C	20,7	20,2
p H	10,2	9,1
ORTHOPHOSPHATES (mg/l)	46	23,5
D C O(mg/l)	112	472
CONDUCTIVITE (mS/cm)	2,07	2,12
M E S (mg/l)	860	1160

TABLAU N° 9 : RESULTATS D ANALYSES ,(prelevement du 14/12/87)

STATION N°1:

PARAMETRES	AVANT TRAITEMENT	APRES TRAITEMENT
T °C	27	18
pH	7,5	8,7
D C O (mg/l)	640	880
ORTHOPHOSPHATES (mg /l)	98,5	88,5
CONDUCTIVITE (ms/cm)	1,782	2,160
M E S (mg/l)	176	142

STATION N° 2

PARAMETRES	AVANT TRAITEMENT	APRES TRAITEMENT
T °C	27	23
pH	9,8	9,2
D C O (mg/l)	520	848
ORTHOPHOSPHATES (mg/l)	3,8	26
CONDUCTIVITE (mg/l)	1,65	1,465
5 M E S (mg/l)	299	1.44

TABLAU N° 10: RESULTAS D ANALYSES , (prelevement du 20/12/87)

STATION N°1:

PARAMETRES	AVANT TRAITEMENT	APRES TRAITEMENT
T °C	20	18
pH	6	6,5
D C O (mg/l)	680	512
ORTHOPHOSPHATES (mg/l)	98,5	130,5
CONDUCTIVITE (mS/cm)	1,8 61	1, 780
M E S (mg/l)	980	113 0

STATION N ° 2:

PARAMETRES	AVANT TRAITEMENT	APRES TRAITEMENT
T °C	28	25
pH	8,5	9
D C O (mg/l)	712	87 2
ORTHOH OSPHATES (mg/l)	38,45	5 6
M E S (mg/l)	4770	680
CONDUCTIVITE mS (mS/cm)	1,530	1,629

III- 5 INTERPRETATION DES RESULTATS :

III-5-1 STATION N° 1 : Dechromatation - Neutralisation

Temperature : la temperature a tendance à diminuer de quelques degres ne depasse pas les normes .

pH : le pH est generalement neutre legerement alcalin , sauf pour les derniers prelevements ou il est acide .

DCO : comme dans les études précédentes les valeurs de la DCO sont parfois anormales, ^{augmentent} elles après traitement alors qu'elles devraient diminuer . L'élévation de DCO peut s'expliquer par la solubilisation d'elements déjà decantes sous l'action de variations de pH ; ces elements étant oxydables . Cette élévation de la DCO peut être une question de maintenance./

Orthophosphates : la teneur en orthophosphates est élevée aussi bien avant qu'après traitement, alors que nous savons que les phosphates peuvent precipiter en presence de chaux .

Un pH de l'ordre de 9,5 EST necessaire pour une bonne élimination des phosphates .Ceci est bien confirmé dans la deusieme analyse ou le pH est alcalin et la teneur en phosphates a diminué de moitié .

III 5-2 STATION N° 2 : Deshuilage - Neutralisation ;

Signalons que le premier prelevement s'est effectué le lendemain du nettoyage de la station d'epuration.

Pour ce prelevement on remarque que tous les parametres de pollution DCO, MES , ET même les orthophosphates diminuent .

Par contre dans les trois dernieres analyses , nous remarquons une hausse des teneurs en MES ET DCO .

La conductivité varie entre 1,46 ET 2,460 mS / cm .

La mineralisation est due à la presence d'elements minéraux sous forme ionique dans l'eau : (chlorures , sulfates ,etc) (18)

En conclusion , nous dirons que la cause de toutes ces anomalies dans les resultats pourrait être due à une question de maintenance .

CHAPITRE IV

DOSAGE DU MERCURE . .

II-1- METHODES GENERALES DE DOSAGE .

Pour la plupart des métaux, il existe des méthodes de dosage calorimétriques (basées sur la formation de composés colorés) et instrumentales. Ces dernières sont souvent préférables, car elles sont moins longues et demandent moins de séparations préliminaires (38). Pour les équipements de dosage des métaux, on distingue, par ordre de fréquence d'utilisation :

- L'absorption atomique : c'est la méthode de choix pour le dosage de traces de métaux lourds.
- La polarographie : c'est une méthode électrochimique. Elle est basée sur l'électrolyse d'une solution électroréductible ou oxydable. On peut analyser des substances oxydables à l'anode ou réductrices à la cathode par mesure de l'intensité du courant obtenu par variation de la tension imposée à une électrode plongeant dans la solution du sel métallique.
- On utilise également d'autres méthodes telles que la spectrométrie de masse, la fluométrie, etc....

II-2- METHODES DE DOSAGE DU MERCURE :

Comme cela a été vu précédemment, le mercure peut se trouver dans l'eau, fixé aux MES sous forme organique ou à l'état dissous sous forme inorganique (50); le méthylmercure est d'une toxicité extrême pour l'homme (23). Il est nécessaire avant la mesure du mercure total de procéder à la digestion de l'échantillon pour libérer le mercure qui se trouve sous forme organique.

Les méthodes de dosage du mercure sont nombreuses et dépendent des concentrations en mercure dans l'échantillon.

II-2 . 1 - La méthode colorimétrique :

Elle se fait à l'aide du diphénylthiocarbazonate (dithizonate) comme agent chélatant ; le dithizonate qui se forme est de couleur jaune-orange. On aura au préalable préparé une courbe d'étalonnage (51)

II-2 - 2 - Par spectrométrie d'absorption atomique sans flamme: après oxydation et digestion éventuelle, le mercure total libéré de la solution sous forme de vapeur de mercure par réduction et est entraîné par un courant d'air sec. L'absorption se fait à 253,7 nm. Cette méthode est la plus sensible et on peut atteindre des doses de 1 à 2 ng de mercure.

II-3 - Dosage du mercure par le MAS 50 A

Le Mercury Analyser System Model MAS 50 A, C050 - 0004 est spécifique au dosage du mercure et est fabriqué par la Compagnie PERKIN-ELMER. Le MAS 50 A est utilisé pour le dosage du mercure dans l'eau, le sang, les urines et même dans l'air; la digestion de l'échantillon est quelque fois nécessaire.

L'appareil peut détecter des quantités de mercure inférieures au microgramme. La méthode de mesure est spectrométrie d'absorption atomique sans flamme. La technique comporte les étapes suivantes :

- Une étape chimique
- Une étape d'aération
- Une étape de mesure par absorption atomique sans flamme.

3 - 1 - Préparation chimique de l'échantillon :

Le processus chimique de préparation de l'échantillon passe par les étapes suivantes :

- Une oxydation
- Une réduction
- Formation **du** mercure à l'état vapeur.

Étant donné que dans les eaux, le mercure est soit sous forme inorganique, soit sous forme organique (Toutes deux toxiques), il importe de pouvoir mesurer la concentration globale de mercure dans l'échantillon. Une digestion de l'échantillon est donc nécessaire afin de libérer tout le mercure sous forme de Hg^{2+} .

Plusieurs méthodes de digestion de l'échantillon ont été rapportées dans la littérature ; ces digestions se rapportent à plusieurs milieux: eau, sang, urines, tissus végétaux, tissus animaux, boues, etc.... Nous citerons dans ce qui suit les méthodes de digestion des échantillons à ceux pour le dosage de mercure :

- a - Additionner, à un échantillon de 100 ml, 10 ml d'acide sulfurique (1 : 1) et 5ml d'une solution aqueuse de permanganate de potassium à 2 %. Laisser l'échantillon reposer durant 24 heures à température ambiante. Si le permanganate se décolore, on y ajoute encore quelques gouttes de ce dernier (52).

Après cette digestion, une différence significative entre le mercure ionique présent précédemment et le mercure total contenu dans l'échantillon est observée ; mais la digestion ne sera complète qu'après une heure.

- b - Une autre méthode consiste à additionner à un échantillon de 100 ml, 5ml d'acide sulfurique concentré, 2,5 ml d'acide nitrique et 1 ml d'une solution de permanganate de potassium.

Après 15 mn, additionner 2ml de persulfate de potassium. L'excès de permanganate de potassium est réduit par l'hydrochlorure d'hydroxylamine (52).

- c - Une autre publication donne la méthode ci-dessus (b) en précisant qu'il est nécessaire de porter l'échantillon à une température de 95° C dans un bain thermostaté durant deux heures après addition du persulfate de potassium (24, 52).

- d - Une autre digestion sulfonitrique est utilisée dans le Laboratoire de toxicologie de la Faculté d'Alger.

On ajoute à un échantillon de 100 ml : 10 ml d'acide sulfurique, 5 ml d'acide nitrique et du permanganate de potassium jusqu'à coloration. On fait bouillir l'échantillon durant une demi-heure, puis on le met au bain marie durant 4 à 6 heures. La réduction se fait comme précédemment par l'hydrochlorure d'hydroxylamine et le chlorure stanneux pour le passage à l'état vapeur. Le dosage se fait par le Mercury Analyser System (MAS 50 A.).

e - A 100 ml d'échantillon, on ajoute 1 ml d'une solution de brome et 1 ml d'une solution d'acide nitrique. On bouche le flacon, on agite, puis on laisse incuber durant une nuit à une température de 45°C. Après refroidissement, la réduction se fait par l'hydrochlorhyde d'hydroxylamine et le chlorure stanneux (53).

f - Enfin, la méthode préconisée par la compagnie PERKIN-ELMER pour le dosage du mercure avec le MAS.50 A. Cette méthode précise qu'à un échantillon de 100 ml on ajoute 2 gouttes de permanganate de Potassium, 5 ml d'acide sulfurique et 5ml d'acide nitrique. Au bout d'une minute environ, on procède à la réduction de l'excès de permanganate et des ions mercure de la même façon que précédemment (54).

En conclusion nous voyons que les méthodes de digestion varient sensiblement et l'on obtient une oxydation de l'échantillon plus ou moins énergique suivant la méthode adoptée.

Nous avons donc adopté. le schéma général suivant :

- Oxydation par le permanganate de Potassium en milieu sulfonitrique ($H_2SO_4 - HNO_3$) pour libérer le mercure sous forme de Hg^{2+} .
- Réduction de l'excès de permanganate par l'hydrochlorure d'hydroxylamine.
- Réduction des ions Hg^{2+} à l'état atomique Hg par le chlorure stanneux ($SnCl_2$).

3 - 2 A é r a t i o n :

Le mercure étant très volatil, la vapeur de mercure peut être entraînée à froid par simple barbotage d'un courant d'air. Un aérateur est introduit dans le flacon contenant la solution traitée précédemment (fig.5) Ce dernier doit former un circuit fermé avec l'appareil de mesure. Le rodage entre le flacon et l'aérateur doit être parfait pour éviter les fuites.

Une pompe interne à l'appareil fait circuler l'air, à un certain débit, dans le circuit fermé. Le mercure est alors entraîné dans le courant jusque dans la cellule de mesure.

3 - 3 - Mesure du mercure :

3 - 3 - 1 - La spectrométrie d'absorption atomique sans flamme :

La spectrométrie d'absorption atomique est une méthode d'analyse élémentaire qui utilise la propriété des atomes d'être excités par apport d'une énergie extérieure sous forme de photons de fréquence bien définie (55).

Dans le cas de la spectrométrie d'absorption atomique sans flamme, l'atomisation ne se fait pas dans les flammes; elle est électrothermique. Notons que la spectrométrie d'absorption atomique est appliquée pour l'analyse qualitative et quantitative de plusieurs éléments. La spectrométrie d'absorption atomique sans flamme est plus précise; sa limite de détection est de 2 ng (52).

3 - 3 - 2 - Mesure du mercure par le MAS 50A :

Les bulles de mercure vaporisés sont transportés à travers la cellule d'absorption de mercure et absorbent une radiation de 253,7 nm émise par la source de lumière.

L'énergie transmise à travers la cellule est détectée par un tubephotomultiplicateur sensible à l'U.V. Le passage de l'énergie rayonnante atteignant le phototube produit passage d'un courant photoélectrique. Ce courant à n'importe quel moment est inversement proportionnel à la concentration en vapeur de mercure présente dans la cellule d'absorption.

L'appareil travaille à un débit d'air de 1,3 \pm 0,2 l/mn. Nous avons remarqué que ce débit correspond à la valeur moyenne de la littérature. La mesure du mercure par spectrométrie d'absorption atomique sans flamme se fait à des débits de gaz variant de 1 à 2 l/mn (52,55).

Le volume d'échantillon est toujours pris égal à 100 Si ce volume est réduit, les bulles d'air qui provoquent la libération du mercure sous forme de vapeur peuvent se former à la surface de l'eau ; ceci réduit la quantité de mercure dégagée (52).

Le choix de ces paramètres correspond aux valeurs optimales pour le dosage considéré.

Le réglage de l'appareil se fait comme suit :

Vérifier les boutons suivants:

- Meter switch (commutateur): ON
- La pompe "ON"
- Power : "ON"
- L'échelle de mesure : à % T (% de transmission)
- laisser chauffer 15 mn

Régler l'appareil comme suit :

- Fermer le meter switch; régler le 0% avec le bouton correspondant.
- Ouvrir le meter switch, régler exactement le 100 % T avec le bouton correspondant.
- Refermer le meter switch et régler exactement le 0 %
- Ouvrir le meter switch, sélectionner l'échelle voulue: X 1
- Commencer les mesures.

Le circuit fermé formé avec l'appareil de mesure est donné par la figure 6. Il contient un épurateur au charbon actif (Fig.6) et un dessiccateur (Fig.7) .

a - L'épurateur de mercure :

L'épurateur est utilisé pour empêcher la contamination de l'environnement par les vapeurs de mercure des échantillons utilisés. L'assemblage de la cartouche de l'épuration se fait comme suit ;

- Installer un bouchon sur un tube en plastique large.
- Introduire un tampon de coton de verre dans le tube ; le remplir ensuite avec du charbon actif, mettre à l'extrémité un autre tampon de laine de verre sans comprimer.
- Installer ensuite un deuxième bouchon sur le tube.

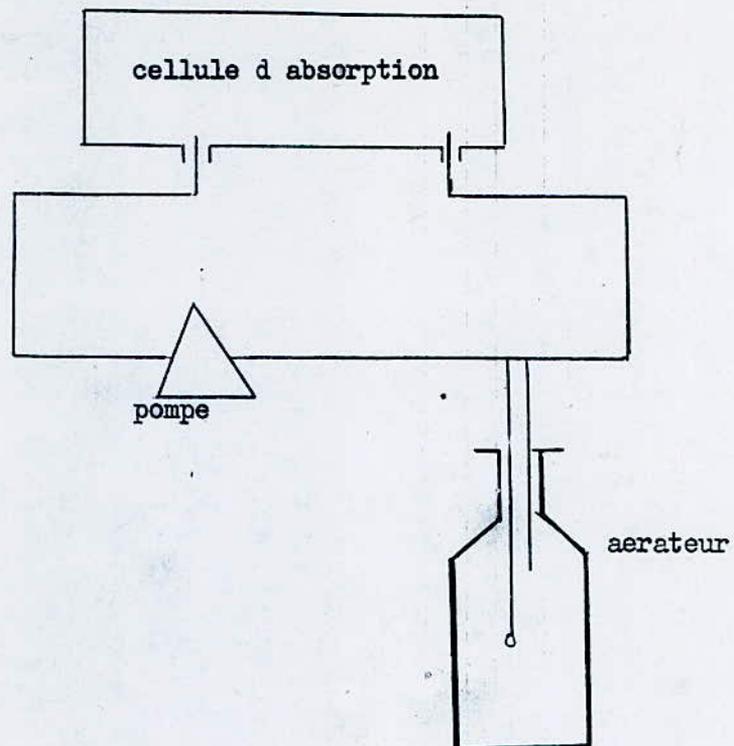


Fig 7 : SCHEMA DU CIRCUIT DE DOSAGE PAR LE MAS 50

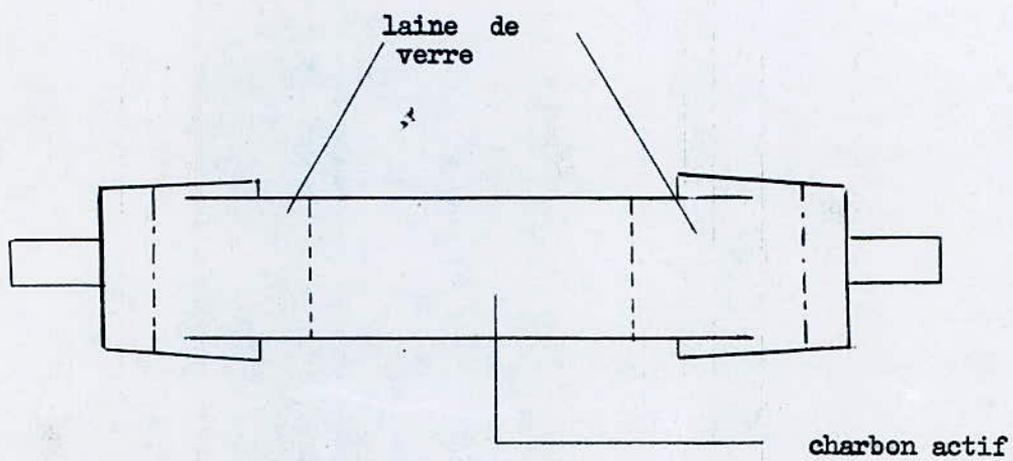


Fig 8 : EPURATEUR DE MERCURE .

Pour mettre l'épurateur en circuit ou non dans le circuit d'écoulement, on utilise une pince de Monr pour serrer le tube de caoutchouc.

Ainsi on peut arrêter l'écoulement au point B. Après que la détermination du mercure soit faite, ouvrir le point "B" et fermer le point A après avoir sorti l'aérateur. On nettoie le système en laissant la pompe fonctionner jusqu'à avoir un affichage de 0 µg de Hg, puis on ouvre au point A et on ferme au point B (Fig.8).

b - Le Dessiccateur :

Le dessiccateur est utilisé pour absorber l'humidité dans le circuit.

Il est préparé de la même façon que l'épurateur avec du perchlorate de magnésium et du gel de silice, régénéré, sur une hauteur de 1 cm et demi environ.

Le gel de silice après utilisation devient rose; pour le régénérer, on le met à l'étuve à une température de 105°C jusqu'à ce qu'il redevienne bleu.

3 - 4 - Etalonnage du MAS 50 A:

Avant toute mesure, un étalonnage de l'appareil est nécessaire, l'étalonnage se fait à l'aide de solutions standard.

a- Etalonnage par la méthode PERKIN- ELMER avec une solution étalon de chlorure de mercure.

On prépare, à l'aide de la solution de chlorure de mercure et de l'eau distillée, des échantillons de 100 ml contenant chacun de 0 à 9 µg de mercure.

La préparation chimique de l'échantillon se fait comme suit:

A un échantillon de 100 ml on ajoute:

-2 gouttes de permanganate de potassium

-5 ml d' H_2SO_4 18 N + 5 ml d' HNO_3 5,6 N; on agite et on laisse environ 15 secondes

-5 ml d'hydrochlorure d'hydroxylamine, on agite et on laisse environ 15 secondes

-5 ml de chlorure stanneux, juste avant de plonger l'aérateur dans la bouteille contenant l'échantillon.

La dernière étape consiste à lire le plus grand pic atteint par l'aiguille.

La solution standard de chlorure de mercure se prépare comme suit:

-On dissout 1,354 mg de $HgCl_2$ dans 100 ml d' HNO_3 10M on porte à 1 litre avec l'eau distillée, on obtient une solution STANDARD DE $HgCl_2$ à 1000 µg/l

-La solution de chlorure stanneux se prépare comme suit:

-Dissoudre 5 g de chlorure stanneux dans 10 ml d'acide chlorhydrique concentré. On laisse refroidir et on porte à 500 ml avec de l'eau distillée.

Les résultats expérimentaux que nous avons obtenus sont donnés dans le tableau 12. La courbe d'étalonnage obtenue est représentée sur la figure 9.

Nous remarquons que la réponse de l'appareil en µg de mercure est inférieure à la concentration introduite dans l'échantillon; ceci peut être dû au fait que le mercure n'est pas entièrement oxydé.

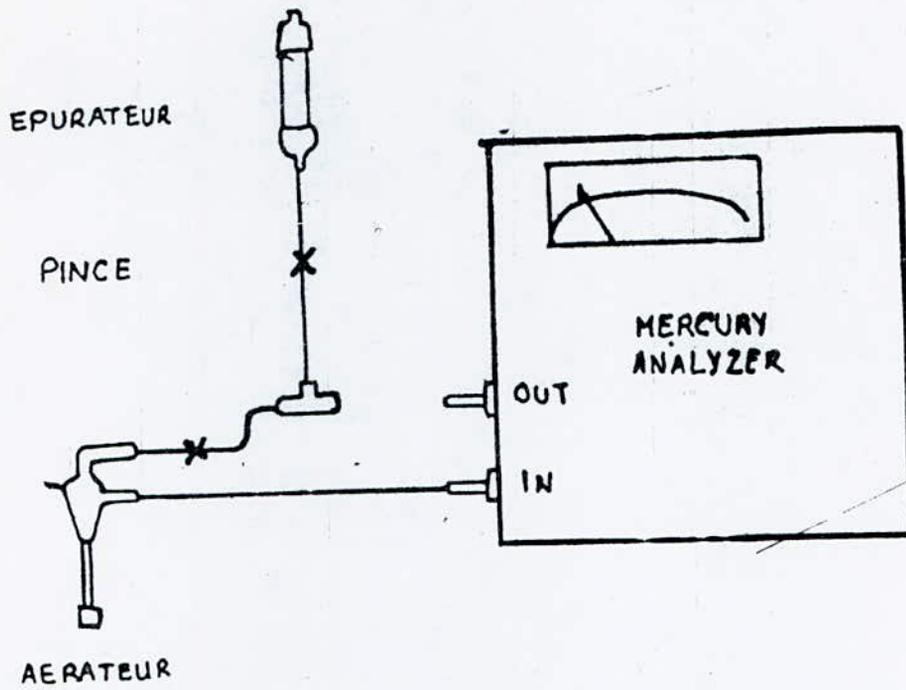


Figure 8 : Systeme de conection

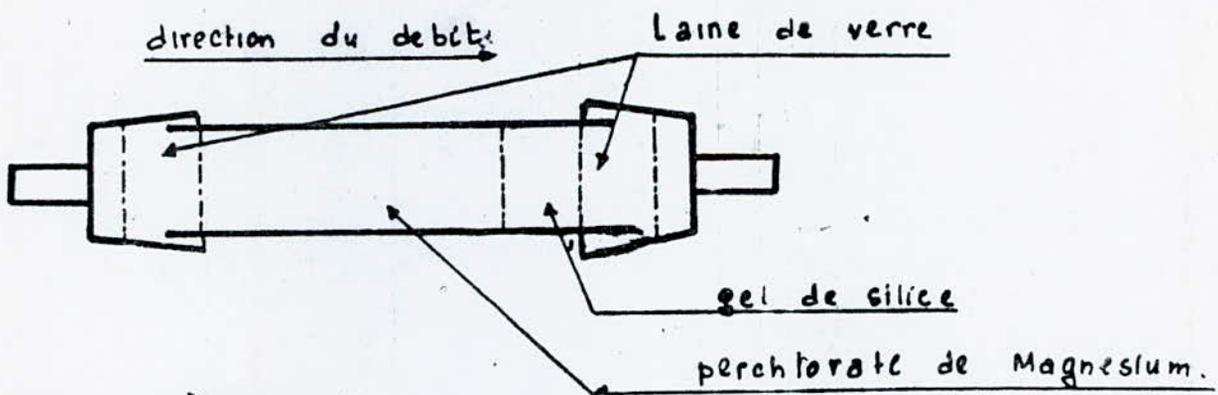


Fig 7 : - Dessicant

Concentration ($\mu\text{g de Hg}$)	REPOSE DE L APPAREIL (échelle X 1)			MOYENNES	INCERTITUDES
	1	2	3		
blanc	0,9	1,5	1	1,13	$\pm 0,6$
1	1,6	1,7	2,2	1,9	$\pm 0,4$
3	2,6	2,4	3,1	2,66	$\pm 0,4$
5	3,8	3,6	4,6	4,06	$\pm 0,5$
7	5,4	6,2	5,7	5,76	$\pm 0,4$

TABLAU 12 : MESURE DU MERCURE DANS LES SOLUTIONS ETALONS DE Hg Cl₂

REPOSSE DE
L'APPAREIL
(ug Hg)

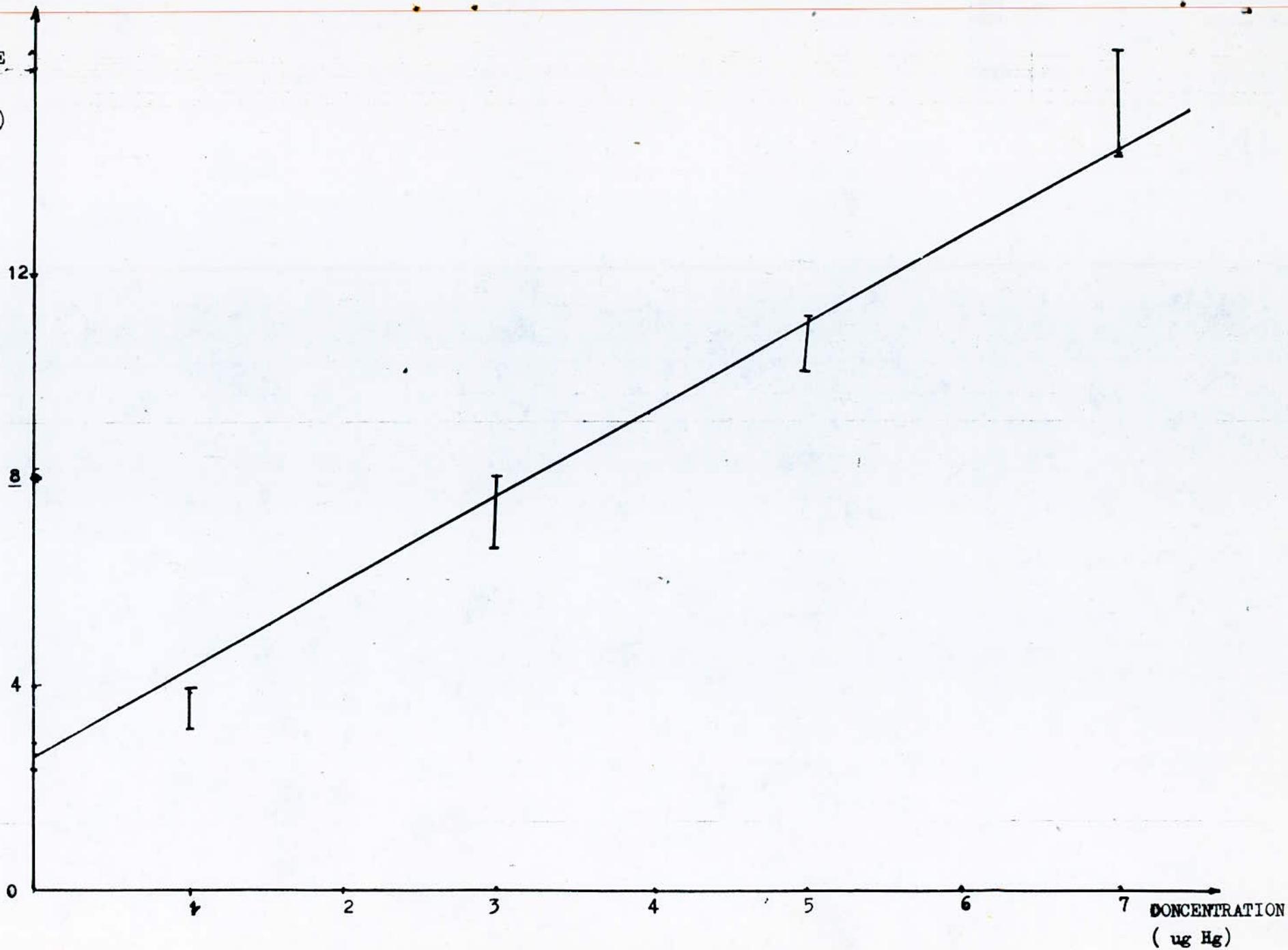


FIG N° 11: COURBE D'ETALONNAGE DE L'APPAREIL PAR UNE SOLUTION DE HgCl₂

La valeur trouvée pour le blanc est due à la quantité de mercure existante dans les réactifs: H_2SO_4 , HNO_3 , à l'état de traces.

b - Effets d'incubation des échantillons sur l'étalonnage solution étalon: de chlorure de mercure

Les valeurs obtenues étant toujours inférieures aux concentrations introduites, il serait intéressant d'y trouver une explication. Nous avons vu précédemment dans les différentes méthodes de digestion des échantillons qu'un chauffage ou une incubation durant toute une nuit sont souvent préconisés. Nous avons donc procédé à une incubation durant une nuit, à une température de $30^\circ C$ afin de voir si on obtient dans ce cas une oxydation plus poussée. Les valeurs obtenues sont données par le tableau 1, la courbe représentative est donnée par la figure 10

Nous voyons que le signal donné par l'appareil est en effet plus grand que précédemment.

c - Etalonnage sans incubation avec une solution étalon PERKIN-ELMER

Cette solution étalon est préparée par le fabricant à $1000 \mu g$ de mercure par litre ($1000 \mu g \text{ Hg/l}$). La dilution se fait avec une solution d'acide nitrique (HNO_3 1N) comme suit:

- 10 ml de la solution standard sont complétés à 100 ml avec HNO_3 1N
- 10 ml de la solution précédente sont complétés à 100 ml avec HNO_3 1N
- 2 ml de la solution précédente sont complétés à 100 ml avec HNO_3 1N

1 ml de cette dernière contiendra donc $10 \mu g$ de mercure.

On préparera ensuite, à l'aide de la solution obtenue et de l'eau distillée, des échantillons de 100 ml contenant chacun de 0 à 9 μg de mercure.

La préparation de l'échantillon se fait comme précédemment.

Après mesure, les valeurs sont regroupées dans le tableau 1, la courbe est donnée par la figure 9

Nous remarquons:

- Un blanc moins élevé dû peut être au fait que la solution standard est plus pure que la solution de $HgCl_2$ Préparée.
- Les valeurs obtenues sont aussi inférieures aux doses présentes dans les échantillons.

IV- 3 - 5 - Dosage du mercure dans les échantillons

L'analyse des échantillons d'eau usée peut être faite en se servant des courbes d'étalonnage.

Concentration (ug de Hg)	REPONSE DE L APPAREIL(X1)			MOYENNES	INCERTITUDES
	1	2	3		
blanc	2,5	3	2,2	2,58	±0,25
1	3	3,5	3,8	3,43	±0,4
3	8	6,6	7,2	7,26	+0,7
5	10	10,6	11	10,5	+0,6
7	14	16	16,00	15,53	±1

TABLAU N° 13 : MESURE DU MERCURE DANS LES SOLUTIONS ETALONS DE

HgCl₂ APRES INCUBATION .

REPONSE DE
L'APPAREIL
(ug Hg)

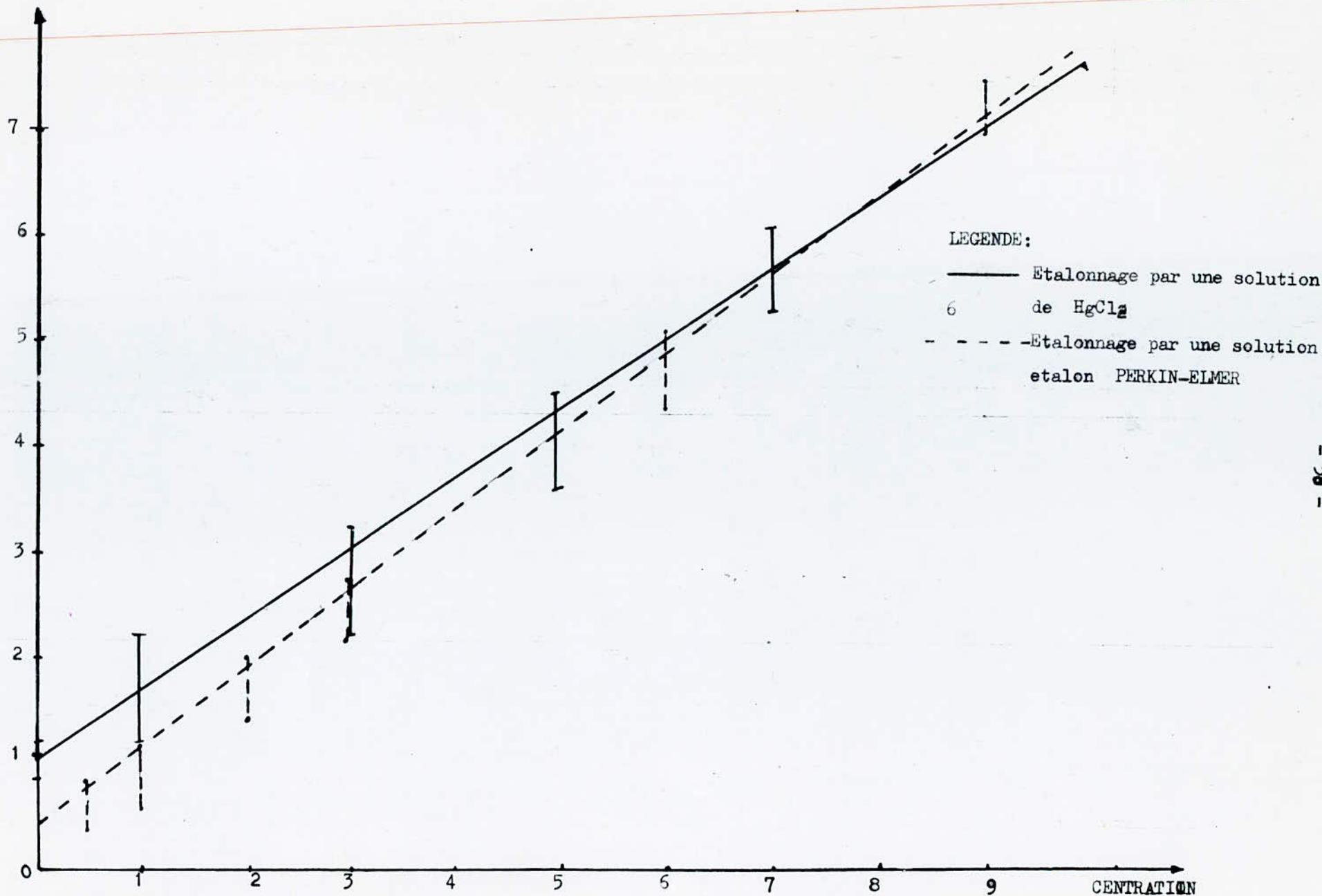


FIG N • 12: COURBE LONNAGE DE L APPA REIL PAR UNE SOLUTION ETALON PERKIN-ELMER (ug Hg) ET UNE SOLUTION DE $HgCl_2$

Concentration (ug de Hg)	REPONSE DE L APPAREIL			MOYENNES	INCERTITU- DES
	1	2	3		
blanc	0,5	0,37	0,26	0,38	$\pm 0,12$
0,5	0,68	0,40	0,65	0,58	$\pm 0,14$
1	0,61	0,72	1,2	0,84	$\pm 0,29$
2	1,2	1,9	1,5	1,53	$\pm 0,35$
3	2,5	2,8	2,6	2,63	$\pm 0,15$
6	4,7	5,1	4,4	4,73	$\pm 0,35$
9	7,3	7,8	7,1	7,4	$\pm 0,35$

TABLAU N° 14 : MESURE DU MERCURE DANS LES SOLUTIONS ETALONS

PERKIN - ELMER .

IV- 3- 5- I- Eaux du collecteur principal :

Un échantillon d'eau a été prélevé au niveau du collecteur principal des eaux industrielles de REGHAIA . La méthode de dosage de mercure est la méthode PERKIN-ELMER sans incubation . Nous avons lu les valeurs sur la courbe d'étalonnage n°I, nous avons obtenu :

0,3 ± 0,25 ug Hg /100 ml

0,49 ± 0,25 ug Hg /100 ml

IV- 3- 5- 2- Eaux de la S.N.V.I.-C.V.I. :

Des prélèvements ont été faits à la SNVI-CVI à l'entrée et à la sortie des deux stations d'épuration d'eaux

Nous avons procédé à un dosage sans incubation pour deux échantillons ,, ces derniers ont été lus sur la courbe d'étalonnage n°I de la figure 11 ; et un dosage avec incubation pour deux autres échantillons ,, ces derniers ont été déterminés par la courbe de la figure 12.

Les valeurs expérimentales sont données par les tableaux I5 et I6 .

CONCLUSION :

Une décision précise sur la présence du mercure dans les eaux de la SNVI-CVI et du collecteur principal ne peut pas être prise vu que plusieurs valeurs trouvées sont presque de l'ordre de l'incertitude considérée . Mais nous pouvons remarquer que les teneurs données par les échantillons incubés (tableau I5) sont en général plus élevées que celles données par les échantillons non incubés (tableau I6)

En conclusion il apparait bien que l'incubation active l'oxydation du mercure dans les échantillons ,, mais nous n'avons pas eu le temps de procéder à d'autres essais en changeant les différents paramètres (durée d'incubation, température,.....) pour déduire la réponse maximale de l'appareil qui correspondra à une oxydation complète .

IV- 3- 6- La maintenance :

L'appareil étant fabriqué pour le dosage de traces de mercure , il doit être maintenu très propre .

-L'appareil doit être à l'abri de vibrations ou de chocs mécaniques .

-Les fenêtres de la cellule d'absorption doivent être nettoyées régulièrement .

-Le débit de la pompe doit être vérifié avant utilisation ; s'il n'est pas exact , il faut le réajuster à l'aide du bouton "FLOW CALL " situé sur l'une des faces latérales de l'appareil à l'aide d'un tournevis .

STATION N° 1 : DECHROMATATION - NEUTRALISATION

DATE		9 / 12 / 87	14 / 12 / 87
	Avant traitement	_____	1,2 ± 0,57
	Après traitement	_____	0,9 ± 0,57

STATION N° 2 : DESHUILAGE - NEUTRALISATION

DATE		09 / 12 / 87	14 / 12 / 87
	Avant traitement	7 ± 0,57	1 + 0,57
	Après traitement	0,4 + 0,57	_____

TABLAU 15 : DOSAGE DU MERCURE DANS LES ECHANTILLONS DE LA SNVI/ CVI
APRES INCUBATION .

STATION N°1 : DECHROMATATION - NEUTRALISATION

DATE		20 / 12 / 87	23 / 12 / 87
	AVANT TRAITEMENT	4,2+ 0,25	0,0
	APRES TRAITEMENT	1,7 + 0,25	0,4 + 0,25

STATION N°2 : DESHULLAGE - NEUTRALISATION

DATE		20 / 12 / 87	23 / 12 / 87
	AVANT TRAITEMENT	0,6 +0,25	1,7 +0,25
	APRES TRAITEMENT	0,2 + 0,25	-----

TABLAU N° 16 /: DOSAGE DU MERCURE DANS LES ECHANTILLONS DE LA

SNVI/ CVI SANS INCUBATION

- L'appareillage utilisé pour former le circuit (tube , aerateur , T.....) doit être régulièrement nettoyé .
- Entre chaque deux (2) mesures , il est nécessaire de maintenir un volume d'air spécifique dans le systeme pour obtenir une corrélation dans les mesures . L'appareil est conçu de telle façon que lorsque le volume d'air piégé dans le circuit est saturé en vapeur de mercure, la deviation de l'aiguille est maximale et la totalité de l'échelle est enregistrée .
- ⇒ Si , après nettoyage de toutes les pièces utilisées , on n'arrive pas à régler le 0% T, ceci indique que le probleme est au niveau de la lampe de mercure . Il faut donc la changer si nécessaire .
- Si par contre on n'arrive pas à régler le 100 % T, dans ce cas une correction sur la position de la lampe est nécessaire . Le plan former par le fil de la lampe doit être horizontal .

CHAPITRE V

CONCLUSION ET RECOMMANDATION .

Au terme de l'étude de synthèse faite sur la zone industrielle Rouiba, nous concluons que l'oued et le lac de Reghaia ont un degré de pollution très poussé.

L'objectif de cette synthèse était de regrouper toutes les analyses concernant les effluents d'une région industrielle donnée afin d'évaluer le degré de pollution de cette dernière. Les termes dépassant les normes des paramètres de pollution étudiés, les quantités de métaux lourds sédimentées sont témoins du danger permanent que courent l'oued et le lac de Reghaia. Une étude plus stricte par un organisme aidera à tirer plus de conclusions, pour cela nous recommandons :

- Une analyse périodique et régulière de tous les paramètres de pollution au niveau des unités, de l'oued et du lac de Reghaia aussi bien durant la période d'hiver que celle d'été.

- Une analyse de tous les métaux au niveau des effluents de chaque unité.

- Une analyse plus fréquente de certains polluants tels que les huiles, phosphates, orthophosphates, sulfates etc au niveau des unités et du milieu récepteur.

- Prévoir un traitement des boues.

- Prévoir une station d'épuration des eaux au niveau de chaque unité pour diminuer cette pollution.

- L'étude d'une possibilité d'augmenter la quantité d'oxygène dans l'oued en plaçant des chicanes par exemple.

- Favoriser, lorsque c'est possible, l'utilisation de produits moins nocifs. Dans ce cadre, prévoir une étude détaillée du degré de toxicité éventuel du sel utilisé à la place des cyanures au niveau de la SNVI-CVI.

Les analyses que nous avons faites sur les eaux de la SNVI-CVI montrent les mêmes anomalies que celles enregistrées dans les travaux précédents. Un bon contrôle de ces stations d'épuration s'avère nécessaire, nous proposons donc une étude plus détaillée de ces eaux. Des prélèvements doivent être faits régulièrement durant plusieurs jours, les valeurs obtenues pour les prélèvements

fait avant et après nettoyage nous donneront une idée plus précise sur l'importance du rôle de la maintenance .

Pour le dosage du mercure auquel on a procédé ultérieurement, nous concluons que le dosage du mercure n'est pas toujours aisé surtout lorsque l'on a affaire à des traces . Le choix de la méthode d'analyse à adapter est assez délicat et spécifique selon l'échantillon que l'on veut étudier , ce choix nécessite donc plusieurs essais en variant les différents paramètres qui peuvent influencer les résultats . La méthode définitive choisie sera celle qui donnera les réponses les plus élevées de l'appareil de mesure , ce qui correspondra à une oxydation de l'échantillon la plus complète ; ceci nous assurera une mesure plus exacte de la quantité totale de mercure existante dans l'échantillon considéré .

ANNEXE N° 2

Dosage du mercure par spectrométrie d'absorption atomique sans flamme

La détermination du mercure avec le MERCURY ANALYZER SYSTEM 50 A (MAS 50A) se fait par spectrométrie d'absorption atomique sans flamme .

Avant mesure , une minéralisation de l'échantillon est nécessaire pour obtenir la quantité de mercure total contenue dans l'échantillon considéré

On fournit à l'atome non excité exactement la radiation qu'il est capable d'absorber . Cette radiation est émise par une source externe avec une intensité I_0

Elle est partiellement absorbée par l'élément et son intensité diminue . Cette intensité diminue d'autant plus que la concentration de cet élément est plus grande (Loi de Beer - Lambert).

Les conditions opératoires :

- | | |
|------------------------|----------------|
| - Temps de réponse | 30 s |
| - Longueur d'onde | 253,7 nm |
| - Débit d'air | 1,8 + 0,2 l/mn |
| - Volume d'échantillon | 100 ml . |

1° - Détermination de la demande chimique en oxygene (D C O)

La demande chimique en oxygene est une mesure de toutes les matieres organiques oxydables .

L oxydation se fait sous l action d un oxydant puissant le bichromate de potassium en presence d un acide fort (H_2SO_4) et d un catalyseur Hg_2SO_4 et ~~au reflux~~ pendant deux (2h) heures (50)

2°- Determination des orthophosphates :

A 100ml de l echantillon filtré, neutralisation , on ajoute 4 ml de molybdate , puis 10 gouttes de reducteur

Après 10 à 12 mn , on mesure l absorbance à 660 nm.

3°- Determination des matieres en suspension (M E S) :

Elles se mesurent par filtration ou centrifugation . Les teneurs en matieres en suspension sont obtenues apres sechage à 105 °C de la matiere solide retenue par le materiel de filtration .

- 1 - Ministère de l'hydraulique, de l'environnement et des Forêts, Plan d'Action Anti-Pollution, de Réghaia - Mars 1985 -
- 2 - B.G - Bennet ,J.PETERSON, La surveillance au service de la Santé Magasine de l'O.M.S : Santé dumonde, Août-Septembre 1984.
- 3 - M.YALA - Etude Analytique des Eaux usées d'ANABIB - Unité petits tubesq , P.F.E., E.N.P., Juin 1986.-
- 4 - S. BOUTRIA, Contribution à l'Etude de la Pollution de la Zone Industrielle- Rouiba-Reghaia, cas de la Mégisserie de Rouiba P.F.E, E.N.P., Janvier 1986.-
- 5 - M.TEKOUK, Etude Analytique des eaux usées de l'Unité BATIMETAL (Rouiba) P.F.E. E.N.P. Juin 1986.-
- 6 - F. BOUKHALFA - S. IZZA, Contribution à la quantification de la Pollution dans le lac de Réghaia. Dosage des Métaux Lourds dans les sédiments, P.F.E., E.N.P., Juin 1987.-
- 7 - A. DJEDIR , S.YAHLA. Contribution à la quantification de la Pollution de l'Oued Réghaia; Dosage des Métaux Lourds associés aux sédiments, P.F.E - E.N.P. Janvier 1988.-
- 8 - A. SEGHOUANI, L.ALLIA, Contribution à l'Etude de la Pollution engendrée par l'E.N.A.D. U AA, et son impact sur le lac de REGHAIA, P.F.E., E.N.P. - Juin 1986.-
- 9 - M. MENAI - Etude de la Biodégradabilité des détergents et Analyse des eaux résiduaires de l'E.N.A.D. Réghaia , P.F.E., E.N.P. Juin 1987.-
10. M. BELKACEMI - F.Z. BOUCHENE, Contribution à l'amélioration du quivi des rejets du C.V.I. (ROUIBA) . Méthodologie du Prélèvement et de Contrôle périodique, P.F.E., E.N.P. Janvier 1987.-
- 11 -M. DJEDID, Analyse et Traitement des eaux résiduaires de l'EMAL (Réghaia) P.F.E., E.N.P. Janvier 1987.-
- 12 -A.CHERGUI - Quantification de la charge polluante des eaux usées d'ANABIBA, profil à froid et Unité gros tube, P.F.E., ENP Janv.87
- 13 - L. BEKKOUCHE, Traitement des eaux résiduaires de l'Unité ANABIBA Petits Tubes. Récupération des Métaux Lourds-Recyclage des eaux PF.E. - E.N.P. Janvier 1987.-
- 14 -M; BOUSHAKI. Contribution à l'Etude des Eaux résiduaires de l'Entreprise Nationale de Gaz Industriel, PFE, ENP Juin 1986
- 15 -T. OUCHENE, Quantification de la Pollution des boues résiduaires des stations d'épuration d'eau de la S.N.V.I. -CVI, PFE E.N.P. Juin 1987
- 16 -N.MERIEM, Inventaire et Dénombrement des oiseaux d'eau du marais de Réghaia, thèse d'Ing. Agronome, I.N.A., 1985

- 17 - L. CHEBLI - Quelques aspects agronomiques de la pollution des eaux du marais de Rghaia, thèse d'Ing. Agronome, INA 1971
- 18 - Degremont, Mémento technique de l'eau, Paris 1979.
- 19 - W.W. ECKENFELDER, Gestion des eaux usées urbaines et industrielles, technique et documentation Lavoisier, 1982.
- 20 - P. PESSON, La pollution des eaux continentales. Incidence sur les biocénoses aquatiques, G.VILLARS, Paris 1980.
- 21 - F. RAMADE, Ecotoxicologie, Edition MASSON, 1979.
- 22 - M.J. Gauthier, Les pollutions marines, programme d'études post graduées en génie de l'environnement, Ecole polytechnique fédérale de LAUSANNE, Institut du génie de l'environnement 1981.
- 23 - Rapport sur une réunion de l'O.M.S., les micropolluants dans les sédiments fluviaux, Trêves 5-7 Août 1980
- 24 - L. LEVESQUE, Les micropolluants minéraux dans les eaux superficielles continentales, N° 1 le mercure, Association française pour l'étude des eaux (A.F.E.E.) 1981
- 25 - J.M. WOOD, Les métaux toxiques dans l'environnement, la recherche N° 70, 3 - 1977
- 26 - M.A. HARPER, Précis de biochimie
- 27 - C.F. MASSON, Biology of Freshwater pollution, Edition MASSON 1981
- 28 - F. MEINCK, M. STOOFF, H. KOHLSCHTTER, les eaux résiduaires industrielles, Edition MASSON 1977
- 29 - S. BELAROUSSI, A. LAKSRI, Contribution à l'étude de la capacité des minéraux argileux de l'oued REGHAIA P.F.E., E.N.P., 1987
- 30 - R. WENER, Epuration des eaux résiduaires dans la transformation et la galvanisation des métaux, Edition EYROLLES, 1975
- 31 - Z. MAROUF, R. TAZEROUT, Contribution à l'étude des eaux du lac de REGHAIA en vue de leur utilisation dans l'agriculture, P.F.E., E.N.P., JANVIER 1987
- 32 - M. ASSAM; M. KHAZNADJI, Essais de traitement biologique sur une station d'épuration de laboratoire, P.F.E., E.N.P. JUIN 1987
- 33 - H. DJITLI, Traitement des effluents de l'entreprise nationale d'ameublement et de transformation de bois (ROUIBA) P.F.E., E.N.P. JUIN 1986
- 34 - O. TOURE, Elimination des MES et recyclage des eaux de refroidissement unité nouvelle conserverie algérienne (ROUIBA) P.F.E., E.N.P. JUIN 1986

- 36 - K. BOUZIRI, Traitement des eaux usées de l'unité de production de lames (ROUIBA) P.F.E, E.N.P. JUIN 1986
- 37 - M.MAHMOUDI, Influence de l'activation thermique sur la fixation du chrome hexavalent par la bentonite. Application aux rejets de la S.N.V.I., P.F.E.,E.N.P. JUIN 1987
- 38 - M.TARDAT-HENRY, J.P.BEAUDRY, Chimie des eaux, Edition Le Griffon d'argile, 1984
- 39 - Direction Laboratoire Central des Hydrocarbures, Analyse d'eau rapport A.N.P.E. , AOUT 1985.
- 40 - Ministère de l'Hydraulique, de l'environnement et des forêts, suivi du marais de REGHAIA, A.N.P.E., MARS 1987.
- 41 - J. BECHAC, Traitement des eaux usées, Edition EYROLLES 1984
- 42 - C.LASSEE, Analyse des boues: Analyse physique A.F.E.E. 1985
- 43 - C.LASSEE, Analyse des boues, Analyse chimique A.F.E.E. 1985
- 44 - O.N.U. Stratégie, techniques et aspects économiques pour la gestion des eaux usées.
- 45 - G. MATTESS, Pollution de l'eau souterraine par les décharges, T.S.M. N° 2 1976
- 46 - G.M. BARRES, Pollution des eaux souterraines par les décharges, T.S.M. N° 5 1974
- 47 - J.B.LEROY, Lessivage contrôlé des décharges des déchets spéciaux (industriels) T.S.M. N° 7 1987
- 48 - A.GAID, Epuration biologique des eaux usées urbaines, OPU 1984
- 49 - J.PETRY, Enfouissement des déchets industriels en décharge contrôlée, T.S.M. N° 1 1987
- 50 - J.RODIER, Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer, Edition DUNOD, PARIS 1984.
- 51 - G.CHARLOT, Les méthodes de la chimie analytique Edition MASSON? 1961
- 52 - C.A.PARKER, Water analysis by atomic absorption spectroscopy, Varian Techtron Pty.Ltd, Australia 1976
- 53 - Ministère de la santé et de la famille, méthodes d'analyse pour l'eau, Institut d'hygiène et d'épidémiologie BRUXELLES 1985
- 54 - PERKIN-ELMER, Mercury analyzer system, Model MAS-504 C 050-0004, Coleman Instrument division JUIN 1978
- 55 - C.CLOUET, Analyse du mercure par spectrométrie d'absorption atomique en vapeur froide, Analisis, volume 14 1986
- 56 - M.LEGREY, Valorisation agricole et extraction toxique 1984.

