

Gilbert

**Ecole Nationale Supérieure
des Industries Chimiques**

Rapport de Stage Présenté en vue de l'Obtention
d'un Diplôme d'Expert en Eau.

*Contribution à l'Etude de la Traitabilité
par Voie Biologique des Effluents Industriels
de l'Usine Finorga à Chasse sur Rhône*

SOUS LA DIRECTION DE M. PIERRE, INGENIEUR CHEF DE PROJET
CHEF DE STAGE: M. LA HEURTE, CHEF DE SERVICE
INSTITUT DE RECHERCHES HYDROLOGIQUES - NANCY.

Nancy Juin 1986

1959

NKUSI Gilbert

Chimiste

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE
DES INDUSTRIES CHIMIQUES
(CRIFIC)

R A P P O R T D E S T A G E

Présenté en vue de l'obtention d'un

D I P L O M E D ' E X P E R T E N E A U

N A N C I E

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA TRAITABILITE
PAR VOIE BIOLOGIQUE DES EFFLUENTS INDUSTRIELS
DE L'USINE FINORGA A CHASSE SUR RHONE (69)

Sous la Direction de M. PIERRE, Ingénieur Chef de Projet
Chef de Stage : M. LAHEURTE, Chef de Service
INSTITUT DE RECHERCHES HYDROLOGIQUES - NANCY

NANCY

JUIN 1986

L'Eau.

A la Source de toute vie.

L'Eau, comme la Vie,

n'a pas de prix.

Préservez la Vie.

Protégez l'Eau.

S O M M A I R E

" L'Eau source de Vie " d'où nécessité de la garder propre et saine et de lutter contre toute source de pollution qui pourrait perturber son état naturel.

Ce slogan répandu dans toutes les publications sur l'eau incite davantage à concentrer les efforts dans la dépollution de l'eau.

Amélioration des méthodes actuelles dans le traitement des eaux usées, inventions des nouvelles filières mieux adaptées à chaque type de rejets, mise en place des filières plus complexes et plus performants dans l'épuration des rejets industriels, voilà quelques unes des préoccupations majeures des traiteurs d'eaux usées. C'est dans cette même optique que nous avons réalisé ce modeste travail qui n'est autre qu'une contribution à la lutte contre la pollution d'origine chimique.

Dans un premier temps, il a été procédé à l'Etude de traitabilité biologique des rejets de l'usine de synthèse organique en effectuant au préalable des analyses de DCO, DBO5, de toxicité, des métaux lourds et d'autres paramètres nécessaires au dimensionnement des installations de traitement.

Dans un deuxième temps, nous avons effectué des essais sur pilotes semi-industriels sur site afin de mieux faire un choix d'une ou des filières de traitement. Enfin, avec des résultats obtenus nous avons procédé au dimensionnement de la chaîne de traitement biologique des eaux industriels de l'usine de Finorga.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent d'abord au Gouvernement Rwandais qui au cours de la décennie internationale; n'a cessé de multiplier les efforts dans l'amélioration de la qualité et de la quantité des ressources en eau.

Que la Direction d'ELECTROGAZ trouve en l'élaboration de ce projet, une large compensation dans ses efforts d'améliorer la qualité scientifique et professionnelle de ses cadres.

Au Nancie qui a bien voulu accepter nos candidatures et a su mener à terme notre formation, nous témoignons sincèrement notre profonde gratitude.

Nos remerciements s'adressent aux responsables du Crific et aux professeurs de l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques pour leur entière disponibilité dans notre encadrement, pour leurs riches connaissances scientifiques que nous avons eu le privilège de partager et enfin pour la rigueur scientifique dont ils ont fait preuve au cours de la formation.

Le présent document fait preuve de l'esprit de collaboration qui règne au sein de l'Equipe de Chercheurs et Techniciens de l'Institut de Recherche Hydrologique de NANCY. Que tout le personnel de l'Institut et plus particulièrement Monsieur A.Pierre qui a suivi l'évolution de nos travaux de recherche reçoivent ici l'expression de notre reconnaissance.

Notre reconnaissance revient également à la Banque Mondiale qui a bien voulu financer ce stage. Nous lui témoignons notre soutien et notre entier dévouement.

Que nos Collègues stagiaires soient aussi remerciés de même que toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de notre travail.

=====

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
Sommaire	ii
Remerciements	iii
Table des matières	iv
Liste des tableaux	v

I. PARTIE THEORIQUE

1. Généralités	1
2. Paramètres de mesure de pollution	1
2.1. Demande biochimique en oxygène (DBO5)	2
2.2. Demande chimique en oxygène (DCO)	2
2.3. Carbone organique total	2
2.4. Matières en suspension	3
2.5. Correlations entre indices de pollution	3
3. Technologie d'épuration des eaux	4
3.1. Prétraitement physico-chimique	
3.1.1. Pouvoir auto-épurateur des rivières	4
3.1.2. Dégrillage	6
3.1.3. Dessablage	7
3.1.4. Degraissage - Deshuilage	8
3.1.5. Neutralisation et précipitation des métaux	9
3.1.6. Adsorption sur charbon actif	9
3.1.7. Adjonction des Nutrients	11
3.1.8. Flocculation - Décantation	11
3.1.9. Flottation.	14
3.2. Traitement biologique	16
3.2.1. Système à Boue Activée	16
3.2.2. La Lagunage	18
3.2.2.1. Lagunage anaérobie	18
3.2.2.2. Lagunage aérobie	18
3.2.2.3. Lagunage aéré	19
3.2.3. Système à lit bactérien	19
3.2.4. Système à disques Biologiques	20

II. PARTIE EXPERIMENTALE

1. Traitement	
1. Traitabilité par voie Biologique des rejets de l'Usine de Finorga	21
1.1. Description de la Station actuelle	22
1.2. Etude analytique des jus à traiter	26
1.2.1. Détermination de la D.C.O.	26
1.2.2. Etude de la toxicité	28
1.2.3. Effet adsorption sur du charbon actif	40
2. Programme des essais	42
2.1. Caractéristiques des pilotes semi-industriels	46
2.1.1. Pilotes à Boues Activées	46
2.1.2. Pilotes à lits bactérien	46

III. RESULTATS

1. Bilan épuratoire du prétraitement	49
2. Bilan épuratoire sur chacun des pilotes	50
3. Interprétation des résultats	61
4. Dimensionnement des ouvrages de traitement	61
Conclusion	65
ANNEXE	66
BIBLIOGRAPHIE	74

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU I	: Quelques chiffres reliant les différents paramètres de types de bassins d'aération	18
TABLEAU II.	: Valeurs de D.C.O. pour différentes dilutions	31
TABLEAU III.	: Influence du temps de cuisson sur la DCO	32
TABLEAU IV.	: Valeur de DCO, DB05, Biodégradabilité des eaux mères (Finorga)	33
TABLEAU V.	: Valeurs de DCO, DB05, Biodégradabilité des composants bromés ou chlorés	34
TABLEAU VI.	: Valeurs de carbone organique total des pilotes	35
TABLEAU VII.	: Valeurs de DCO de l'Iodolane (Toxicité)	36
TABLEAU VIII.	: Valeurs de DCO Hyfone (Toxicité)	36
TABLEAU IX.	: Valeurs de DCO T M B	37
TABLEAU X.	: Valeurs de DCO Tolray st ₁	38
TABLEAU XI.	: Valeurs de DCO Tolray st ₂	39
TABLEAU XII.	: Valeurs de DCO Tolray st ₃	38
TABLEAU XIII.	: Valeurs de DCO Tolray st ₄	39
TABLEAU XXVII.	: Valeurs de DCO, test au charbon actif	41
TABLEAU XXVIII.	: Valeurs de DCO, test au charbon actif	41
TABLEAU XIV	: Bilan épuratoire de prétraitement	49
TABLEAU XV	: Résultats du pilote (BA ₁)	50
TABLEAU XVI	: Résultats du pilote	51
TABLEAU XVII	: Résultats pilote (BA ₃)	52
TABLEAU XVIII	: Résultats pilote (BA ₄)	53
TABLEAU XIX	: Résultats pilote (BA ₅)	54
TABLEAU XX	: Résultats pilote (BA ₆)	55
TABLEAU XXI	: Résultats pilote (BA ₇)	56
TABLEAU XXII	: Résultats pilote (L ₁)	56
TABLEAU XXIII	: Résultats pilote (L ₂)	57
TABLEAU XXIV	: Résultats pilote (L ₃)	58
TABLEAU XXV	: Résultats pilote (BF L ₁)	59
TABLEAU XXVI	: Résultats pilote (BF ₂)	60

=====

PARTIE THEORIQUE

1. Généralités

La pollution de l'eau est une dégradation de la qualité naturelle, caractérisée en général par des teneurs élevées en matières organiques consommatrices d'oxygène et produits toxiques (métaux lourds, ...).

Ce déséquilibre naturel de l'eau peut être d'origine de la disparition de toute vie aquatique et peut rendre difficile l'utilisation ultérieure des ressources en eau pour notre alimentation en eau potable.

La pollution peut être d'origine domestique, industrielle ou agricole.

2. Paramètres de mesure de pollution

La pollution caractérisée par les quantités en teneur en matières oxydables est évaluée par les mesures de :

- la demande biochimique en oxygène (DBO5)
- la demande chimique en oxygène (DCO)
- le carbone total organique (C.O.T.)

Par ailleurs la teneur en matières pondérales sont effectuées par les mesures de :

- matières en suspension (M.E.S.)
- matières volatiles en suspension (M.V.S.)

2.1. Demande biochimique en oxygène (DBO5)

La demande biochimique en oxygène (DBO5) est la quantité d'oxygène consommée par les Microorganismes aérobies au cours d'une incubation de 5 jours à 20°C. Cette mesure permet l'évaluation du nombre de microorganismes dans n'importe quel effluent aéré. Cependant la mesure reste approximative, car elle se heurte souvent aux interférences (Les produits toxiques, absence d'une souche adéquate, variation de température ...).

2.1.1. Méthode de détermination de la DB05

A) Méthode de dilution

Connaissant la D.C.O. de l'échantillon, on peut évaluer approximativement la valeur de la DB05. Cette idée permet d'effectuer les dilutions suivant la fourchette indiquée dans les Abaques. Ces dilutions de l'échantillons sont complétées par de l'eau représentant un milieu naturel (pH 7, phosphates, S, Mg, Fe, des souches adaptées).

On prépare les solutions étalons constituées uniquement par l'eau de dilutions.

Après incubation pendant 5 jours de ces préparations, on effectue des mesures de l'oxygène par la méthode de sonde.

B) Méthodes manométrique.

Elle consiste en la mesure du CO_2 éliminé par oxydation, grâce à l'oxygène pur introduit automatiquement dans l'échantillon. La température doit être constante pour obtenir des coefficients de transferts constants, de l'oxygène et du CO_2 dans la boule, le système peut être amélioré par un système de comptage coulométrique (Poly Roques et Molleyre).

2.2. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation dans des conditions standard, des matières oxydables ou réductrices contenues dans un échantillon. La DCO (exprimée en mg d'oxygène consommé par litre) s'obtient en utilisant le bichromate de potassium comme oxydant à 140°C 150°C en présence d'Acide Sulfurique pendant deux heures. Dosage en retour de l'excédent de Cr(VI) par le sel de Mohr.

2.3. Carbone organique total (C.O.T.)

Dans un échantillon donné, le carbone peut être sous deux formes le Carbone Organique Total (composés carbonés) et le Carbone Minéral (Des bicarbonates et des carbonates). Pour ce faire, la mesure du carbone organique total s'effectue

après élimination du CO_2 des bicarbonates et des carbonates par barbotage de l'échantillon dans un milieu acidifié (HNO_3). La matière organique est oxydée par les U.V. dans un milieu persulfate de potassium et le CO_2 libéré est mesuré par absorption à l'infrarouge.

2.4. Matières en suspension (M E S et M V S)

Les matières en suspension sont récupérées par filtration ou par centrifugation, ensuite pesées après séchage à 105°C . Cette mesure donne la teneur en M E S (g/l).

Elles sont ensuite séchées à 550°C , les matières volatiles sont éliminées. La pesée donne seulement les matières non volatiles. La différence entre les deux pesées donne la quantité éliminée, attribuée aux matières volatiles en suspension (M.V.S.).

N.B.: Il faut noter que d'autres paramètres sont mesurés lorsqu'on veut une évaluation totale de la pollution dans l'eau. On peut citer la mesure de la toxicité, des métaux lourds, de l'azote organique et azote total ...

2.5. Corrélations entre indices de pollution

En général les mesures effectuées sur un même échantillon conduisent aux résultats différents.

$$\text{DCO} > \text{DBO5} > \text{C.O.T.}$$

La rapport $\frac{\text{DBO5}}{\text{DCO}}$ indique la fraction biodégradable des composés oxydables par Cr VI. Ce rapport est en principe inférieur à 1.

Si $0,5 < \frac{\text{DBO5}}{\text{DCO}} < 1$: indice de bonne biodégradabilité
 \Rightarrow traitement biologique.

Si $0,3 < \frac{\text{DBO5}}{\text{DCO}} < 0,5$ \Rightarrow Demande d'une adaptation de souches.

$\frac{\text{DBO5}}{\text{DCO}} < 0,3$ \Rightarrow traitement physico-Chimique.

3. TECHNOLOGIE D'EPURATION DES EAUX USEES

3.1. PRETRAITEMENT PHYSICO-CHIMIQUE

Pour éviter un déséquilibre dans la composition naturelles des eaux (rivières, lacs, mers) les rejets sont soumis aux différents traitements dans les stations d'épuration pour enlever toute matière consommatrice d'oxygène ou toxique pour la vie aquatique.

Cependant il reste toujours une pollution résiduelle après traitement, qui est éventuellement éliminée grâce au pouvoir auto-épurateur des rivières.

3.1.1. Pouvoir auto-épurateur des rivières

La teneur en oxygène dissous dans l'eau naturelle varie avec la température. Elle est toujours faible, car la saturation est atteinte à 0 °C et égale à 14 mg/l. A 20°C, elle est de 9,2 mg/l et 7,6 mg/l d'oxygène à 30°C. Parfois du fait de la photosynthèse, la sursaturation est atteinte, mais ne modifie que peu les problèmes liés à l'équilibre entre consommation et renouvellement de ce précieux gaz dans l'eau (1). L'apport d'O₂ peut être fonction de la photosynthèse difficile à qualifier et de la régénération physique du cours d'eau.

$$\frac{do_2}{dt} = KA (C_s - C_r) \quad (1)$$

- $\frac{do_2}{dt}$ représente l'apport d'O₂ par unité de temps.
- A surface d'échange eau - air
- C_s la concentration à la saturation
- C_r la concentration réelle
- K Cste de transfert eau - air

K, et C_s dépendent de la température, K est fonction également du mélange gaz-eau.

L'équation peut être simplifiée

$$\frac{d C_r}{dt} = K \frac{A}{V} (C_s - C_r) \quad (2)$$

Cste

V = volume d'eau concerné, est, en général fonction de A.

$$\frac{d C_r}{dt} = K' (C_s - C_r) \quad (3) \text{ relation proposée par STREETER et PHELPS (1925).}$$

La consommation d'O₂ par les micro organismes est appréciée, très souvent, grâce à des modèles plus ou moins judicieux, supposant des réactions dont la cinétique est d'ordre 1,2, autocatalytique

L'expression la plus simple tenant compte de la valeur de DBO₅ de l'eau est :

$$\frac{dC_r}{dt} = - K'' S \quad (4)$$

$$\text{La relation (3) devient : } \frac{dC_r}{dt} = K'' S + K' (C_s - C_r) \quad (5)$$

K'' et K' sont constants et représentent l'un l'élimination de la DBO₅, l'autre l'apport de la réaération par voie physique.

L'intégration de l'équation (5) donne finalement

$$C_s - C_r = \frac{K''}{K' - K''} S_0 \left[\exp(-K''t) - \exp(-K't) + (C_s - C_{r_0}) \exp(-K't) \right]$$

Graphiquement, la courbe de variation de la teneur en oxygène présente la forme d'un sac (" courbe en SAC ") Figure 1

3.1.2. Dégrillage

Le dégrillage a pour but :

- éliminer les matières grossières des eaux à traiter afin d'éviter les problèmes de colmatage des installations de traitement selon l'efficacité recherchée. On peut distinguer le pré-dégrillage (espacement de barreaux 30 - 100 mm) - Le dégrillage moyen (espacement de barreaux 10 - 30 mm) et le dégrillage fin (espacement 3 - 10 mm). Dans la technologie des grilles, nous distinguons des grilles :

- 1) à barreaux droits (nettoyage manuel, inclinés à 60 - 80° sur l'horizontale).
- 2) à barreaux droits (nettoyage automatique) par râteau à brosses.
- 3) à grilles courbes, à nettoyage par peigne. Celles-ci sont surtout conseillées pour les eaux moyennement chargées.

Pour le premier cas le nettoyage manuel doit être fait journalièrement, ce qui est fastidieux. Souvent ce poste est automatisé par un indicateur de perte de charge sur la grille. Le calcul se fait pour les vitesses d'écoulement de l'eau à épurer comprises entre 0,6 et 1 m/s.

$$S = \frac{1}{3600} \frac{Q}{VAC}$$

- S = surface mouillée de la grille (m²)
- A = représente le rapport entre l'espace libre entre barreaux et la largeur totale de la grille.
- C = coefficient de colmatage (comprise entre 0,1 - 0,3 pour le nettoyage manuel); 0,4 - 0,7 pour le nettoyage automatique.

Q (m³/h) = débit

V (m/s) = vitesse d'écoulement

Les pertes de charge (oh) $\frac{V^2}{2g}$ sont données par la relation de Met Calf et Eddy

$$oh = \frac{V^2}{2g} \frac{1}{0,7}$$

3.1.3. Dessablage

Il a pour but l'élimination des particules denses (graviers, sables, ceci pour éviter les problèmes d'abrasion des ouvrages.

Le domaine usuel du dessablage concerne les particules granulométrique supérieure à 200 μ .

Deux types de dessableur sont utilisés, le dessableur à canal et le dessableur tangentiel. Dans le premier, l'élimination est obtenue par simple décantation en maintenant la vitesse du flot constante.

Cependant, il est difficile de stabiliser la vitesse du fait du profil des sections et du dispositif de sortie. Ce dernier élément permet de préciser la loi débit-hauteur d'eau dans le canal. La forme de la section s'en déduit par cette relation.

$$Q (m^3/s) = V.S$$

= profil parabolique associé à un déversoir de sortie ou à un venturi.

Le calcul du canal respecte la condition suivante :

- . Vitesse d'écoulement de l'eau voisine de 0,3 m/s.
- . A titre d'exemple, le sable de quartz a une vitesse (V_0) de chute voisine de 80 m/h ou supérieure. Pour le charbon, sa vitesse de chute est comprise entre 25 - 30 m/h.

Si h est la hauteur d'eau dans le canal et L sa longueur l'inégalité suivante doit être vérifiée.

$$\frac{V_0}{V} \geq \frac{h}{L}$$

Pour un canal à section rectangulaire S , avec une largeur l , la relation devient :

$$S = lh ; \frac{V_0 S}{Q} \geq \frac{h}{l} ; \frac{V_0 l}{Q} \geq \frac{1}{L}$$

$$S_h = lL \geq \frac{Q}{V_0}$$

S_h = Surface horizontale devient le facteur prédominant .

N.B.: Il est conseillé d'éviter les phénomènes de turbulence, pour cela le nombre de Reynolds (Re) doit être inférieur à 5.

3.1.4. Dégraissage - Déshuillage

Pour les eaux usées, 2 types d'appareils sont couramment utilisés : - Les dégraisseurs statiques bacs à cloisons siphonides, avec un temps de séjour de plusieurs minutes. La vitesse ascensionnelle est comprise entre 7 - 10 m/h.

- Les dégraisseurs dessableurs à injection d'air, avec un temps de séjour de 3 à 5 mn et le débit d'air proche de 5 m³/h par m² de surface d'ouvrage.

3.1.5. Neutralisation et précipitation des métaux

Pour des effluents accusant des variations de PH; l'adjonction d'une base ou d'un acide selon que l'effluent est très acide ou très basique est d'une grande nécessité. Les micro-organismes se développent dans un milieu de PH compris entre 5.5 et 8.5.

Pour les eaux acides, la soude à 40 % (NaOH) est généralement utilisée. Pour les eaux basiques, l'acide sulfurique 36 N est employé.

La neutralisation peut jouer un rôle de précipitation également. A des PH basique, la plupart des métaux sont précipités sous forme d'hydroxydes, rôles donc important dans l'élimination de la toxicité.

3.1.6. Correction physico-chimique par Adsorption au charbon actif.

Parfois, l'adsorption au charbon actif joue un rôle non négligeable dans l'élimination d'une partie de pollution. Surtout quand celle-ci est constituée des molécules organiques, jugées nocives à de très bas seuils concentrations pour les micro-organismes.

Il est conseillé pour ce cas cité de mettre un système de traitement au charbon actif avant d'entrée des installations à boues activées.

Deux techniques de mise en oeuvre sont particulièrement utilisées : le charbon en poudre ajouté et le charbon en lit filtrant.

Le premier se présente sous une forme pulvérulente et sa granulométrie varie entre 0,05 et 0,15 mm. Généralement un seuil de concentration compris entre 2 - 3 g/m³ est souhaité; bien qu'il soit possible d'utiliser des teneurs plus fortes (≤ 20 g/m³). Cette technologie possède de solides avantages dont la souplesse d'emploi et un investissement initial léger. D'après Bruner et Richard, si C₀ désigne la concentration initial en polluant, et m la masse de charbon, le rendement peut s'apprécier par une relation type :

$$\log \frac{C}{C_0} = - am.$$

a est une constante qui dépend du charbon.

Le deuxième (charbon en lit filtrant) est d'une granulométrie plus importante (0,5 - 1 mm). Cette technique présente deux avantages principaux :

Contrairement au charbon en poudre; le charbon en lit filtrant peut être récupéré et régénéré après saturation. De plus, le rendement $\frac{C}{C_0}$ est en général excellent avant la percée du lit.

L'association de l'effet d'adsorption et de la croissance bactérienne est aujourd'hui mise en pratique et donne des rendements épuratoires intéressants. Le principe se repose sur l'oxydation en contenu des matières organiques non détruites.

3.1.7. Adjonction des Nutrients

Le développement des microorganismes nécessite la présence de certains nutriments; l'azote et le phosphore. Le rapport DBO5 /N/P de 100/5/1 doit être respecté. Avant un traitement biologique, l'analyse de ces éléments dans l'effluent à traiter doit être effectuée. Lorsqu'il y a absence, un apport extérieur de ces éléments est indispensable. Souvent pour l'apport d'azote on utilise l'ammoniac ou le sulfate d'ammonium $(NH_4)_2 SO_4$. Pour le phosphore, l'utilisation des phosphates $(Na_3 PO_4)$ est préconisée ou l'acide phosphorique.

3.1.8. Floculation - Décantation

La floculation des eaux usées est préconisée, si l'effluent contient des matières colloïdales en suspension. Le principe se repose sur leur destabilisation et la formation de floes volumineux qui sont éliminés au niveau de la décantation primaire. Pour cela, on utilise deux types d'adjuvants :

- Les électrolytes minéraux à polycations :

Sulfate d'alumine $Al_2 (SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$

Chlorure ferrique; $Fe Cl_3 \cdot 6 H_2O$

Chlorosulfate de fer, $Fe SO_4 Cl$

Sulfate ferreux, $Fe SO_4 \cdot 7 H_2O$

Les polymères organiques de synthèse

Pour ce cas, la destabilisation des colloïdes s'effectue par adsorption de radicaux actifs de la chaîne polymérique sur les particules; créant ainsi une modification de l'état de surface de celles-ci et de leur potentiel Zeta et par mécanisme de réticulation, il y a formation de floes.

Au niveau de la décantation secondaire, l'obtention d'une eau traitée dont la qualité soit conforme aux normes de rejet (la législation impose une teneur en matières en suspension inférieures ou égales à 30 mg/l, nécessite une bonne séparation de la phase boueuse épuratrice d'avec l'eau traitée.

Cette séparation s'effectue dans un ouvrage de décantation ou clarifloculateur. Les performances de sédimentation dépendent :

- vitesse ascensionnelle appliquée à l'ouvrage de décantation, elle doit être inférieure à la vitesse des chutes des " floes " biologiques; qui est fonction de leurs dimensions et de leurs densités. Suivant les procédés, la floculation peut être séparée ou incorporée au décanteur. Deux systèmes de décantation sont souvent utilisés :

- La décantation statique

La structure de ces ouvrages impose la mise en oeuvre de bassins rectangulaires ou circulaires généralement précédés par des flocculateurs.

Le dimensionnement des ouvrages est fonction de la surface de décantation, qui est déterminée par la charge hydraulique superficielle appliquée ou vitesse ascensionnelle, celle-ci se définit comme le rapport du débit horaire Q (m^3/h) et la surface horizontale (m^2) de l'ouvrage. La charge hydraulique s'exprime en $m^3/m^2 h$ ou en m/h (même dimension que celles d'une vitesse).

Pour éviter les phénomènes de turbulence au sein du décanteur, on s'efforce à obtenir une circulation de l'effluent laminaire et stable. Pour cela les nombres dimensionnels de Reynolds et de Froude doivent se situer dans des domaines appropriés.

Le nombre de Reynolds - $Re = \frac{VR}{U}$ doit être faible

- V = Vitesse de circulation de l'eau
- R = Rayon hydraulique de la section
- U = Viscosité de l'eau.

Le nombre de Froude doit être élevé, il caractérise la stabilité du processus de circulation lorsque l'écoulement est influencé par la pesanteur et les forces d'inertie.

$$FR = \frac{V^2}{Rg}$$

- V = Vitesse de circulation de l'eau
- R = rayon hydraulique
- g = accélération de la pesanteur.

- La décantation lamellaire

La floculation est séparée de l'ouvrage de décantation; c'est le cas des décanteurs à lames minces :

- . à contre-courant (réacteurs à tubes Microfloc ou à modules pielkenrood - Vinitex, Sidipac, etc ...)
- . à Co-courant (Unité Lamella Axel Johnson).
- . à courants croisés (Cellules serpac).

Incorporée au décanteur : c'est le cas des décanteurs à plaques à lit de boue pulsée " Superpulsator " Degremont.

La décantation s'effectue dans les ouvrages cloisonnés intérieurement par des plaques ou des tubes inclinés dont l'effet est de réduire le trajet accompli par les particules solides pour être captés par une paroi, et ainsi séparées de la phase liquide.

Pour les décanteurs en lames minces, le dimensionnement des ouvrages est réalisé en considérant deux paramètres :

. La charge hydraulique réelle : c'est le rapport entre le débit (m^3/h) passant dans le décanteur et la surface horizontale de l'ouvrage.

. La charge hydraulique superficielle : c'est le rapport entre le débit Q (m^3/h) passant dans le décanteur et la somme des surfaces horizontales des " n " décanteurs associés.

L'inclinaison des plaques varie entre 30 et 60° selon les constructeurs, ce qui permet d'obtenir de 12 à $20 m^2$ de surface de décantation utile par m^2 d'encombrement au sol, contre $1 m^2$ pour un décanteur statique.

Pour les décanteurs lamellaires, on applique couramment, en fonction de la composition des effluents à traiter des vitesses comprises entre 10 et $25 m/h$.

3.1.9. La flottation

La flottation est un procédé de séparation des matières en suspension dans un liquide, mettant à profit la faible densité des agglomérats formés entre les particules solides à séparer et les bulles d'air finement divisées, accrochées à leur surface, et conduisant à leur rassemblement et à leur collecte à la surface libre de la cellule de flottation. Les systèmes de flottation diffèrent par la façon de produire les bulles d'air; ce qui permet de distinguer 2 types de procédés :

- L'aéroflottation

Avec ou sans recirculation de l'effluent traité qui consiste en la production des microbulles au sein du liquide, selon la technique de " pressurisation - détente ". C'est le cas des appareillages de Dégremont, S.G.N, ERPAC.

Le flottateur de Pielkenrood - Vinitex fonctionne en assurant une séparation des solides par une aéroflottation simple, suivie d'une aéroflottation secondaire (à contre courant) en lames minces.

- L'électroflottation

Les bulles sont produites par l'électrolyse de l'eau, au moyen d'électrodes alimentés en courant basse tension (10 Volts).

En fonction des caractéristiques de l'effluent à traiter et du conditionnement chimique appliqué, les installations de flottation sont généralement dimensionnées pour des valeurs de charge hydraulique comprises entre 4 et 10 m/h.

3.2. TRAITEMENT BIOLOGIQUE

Le traitement biologique des eaux s'adapte mieux à l'épuration des eaux usées urbaines ou industrielles. Le principe se repose à la dégradation des matières organiques par des micro-organismes.

La station de traitement Biologique est essentiellement constitué de 3 étages :

. L'étage primaire composé d'un traitement physico-chimique, (voir chapitre 3.1.').

. L'étage secondaire, constitué d'une épuration biologique (Bassin à Boue Activée, lit bactérien ...).

. L'étage tertiaire associé à traitement d'affinage où cas où l'on cherche un traitement plus poussé.

A la fin du traitement, les boues produites sont soumises à un traitement spécial (Epaississement ...).

3.2.1. SYSTEME A BOUES ACTIVEES

Les eaux usées ayant subies un prétraitement sont rejetées dans un bassin où une population des microorganismes active est maintenue en suspension grâce à un système qui assure l'aération du mélange (eaux usées + microorganismes).

Les stations d'épuration à Boues Activées peuvent se classer suivant l'importance de la charge massique (cm), qui représente la quantité de pollution, donc l'aliment, reçue par unité de masse biologique active (en kg de DB05 par jour par kg de MVS).

. Système à faible charge (0,1 ≤ Cm ≤ 0,2)

Lorsque la charge massique est très faible (cm 0,1), les micro-organismes affamés s'auto-oxydent, les matières organiques sont presque entièrement consommées et les boues obtenues sont stables (minéralisées). Ceci correspond aux stations dites d'aération prolongée. Elles sont caractérisées souvent par un temps de séjour élevé (24 heures) et l'âge des boues (rapport de la masse de boue extraite/jour où la masse totale présente) peut atteindre 15 à 20 jours.

Lorsque la masse augmente (0,1 cm 0,2), on produit des boues moins minéralisées.

. Système à moyenne charge (0,2 ≤ Cm ≤ 0,5)

Produit des boues fermentiscibles et doivent être stabilisées. Le temps de séjour est réduit (6 - 12 heures) avec des rendements épuratoires importants.

. Système à forte charge (Cm ≥ 1)

Les stations à forte charge sont souvent utilisées pour les eaux peu polluées des grandes agglomérations. Les temps de séjour sont en moyenne compris entre 2 à 3 heures avec des rendements épuratoires peu importants.

D'autres éléments d'appréciation sont souvent utilisées telle que :

La charge volumique qui est le rapport de la pollution journalière reçue en kg de DB05 au volume du bassin d'aération en m³ ou encore de la concentration en masse active, mesurée en kg de matières volatiles en suspension par m³ de bassin d'aération, et la production de boues en kg de MES par kg de BD05 éliminée. Le tableau suivant relate quelques relations entre ces différents paramètres.

	: Cm	: MVS	: Cv	: Boues	: O ₂ CM	: Rendement
	: kg DB05/	: kg/m ³	: kg DB05/	: kg O ₂ /	: kg O ₂ /	: épura-
	: kg MVS	:	: m ³ .j.	: kg DB05	: kg DB05	: toire
Aération :	0.1.	4-6	0.35	0.1 -0.3	1,5 - 2	95
prolongée:	:	:	:	:	:	:
Faible :	0.1-0.2	3-9	0.35-0.5	0.3 -0.5	:	90
charge :	:	:	:	:	:	:
Moyenne :	0.2-0.3	3-4	0.5 -2	0.5	0.8-1.2	80 - 90
charge :	:	:	:	:	:	:
Forte :	1	2-3	2	0.8	0.3-0.8	70 - 80
charge :	:	:	:	:	:	:

TABLEAU I: Relations entre différents paramètres bassins d'aération.

3.2.2. Le Lagunage

Trois systèmes de lagunage sont généralement utilisés :

3.2.2.1. Le lagunage anaérobie

Le procédé est très sensible à certains paramètres, tel que la température. Il s'effectue en général dans de grandes fosses pouvant atteindre des profondeurs de 3 à 4 m. Il présente l'inconvénient de dégager des odeurs nauséabondes.

3.2.2.2. Le lagunage aérobie

Le lagunage aérobie se présente sous deux formes, à microphytées ou à macrophytes. Dans le premier cas, il s'agit de bassins peu profonds (1 m) où l'effluent séjourne de 2 à 3 mois. Il s'y développe des algues qui assurent l'oxygénation des eaux. Celles-ci partent avec l'effluent, ce qui amoindrit le rendement épuratoire calculé sur l'eau non filtré.

3.2.2.3. Le Lagunage aéré

Le procédé s'effectue dans un bassin de 2,5 m de profondeur. Les temps de séjour y sont environ 20 jours. Il est aéré artificiellement. La puissance de l'aérateur est de 5 à 6 W par m³ de Lagune. Il est observé une dégradation anaérobie des matières décantables et aérobie pour des matières solubles.

3.2.3. Système à Lit Bactérien

L'usage des lits bactériens impose une décantation primaire pour éviter le colmatage rapide des matériaux constituant l'ouvrage. La couche de matériau peut atteindre plusieurs mètres de diamètre et entre 1,5 et 4 m de hauteur.

Les microorganismes qui dépolluent l'effluent se fixent au matériau et forment un film biologique " Zoogléa ". Généralement 2 techniques sont développées :

Lit à faible charge où le développement des microorganismes est limité à cause de la faible quantité de pollution.

Lit à forte charge où le film microbien se développe intensément, mais le débit admis est tel que l'excès de " Zoogléa " est éliminé par le courant, évitant ainsi le colmatage. On peut noter une autre amélioration du système à lit bactérien. Elle consiste à remplacer le matériau traditionnel dont l'indice des vides est proche de 0,5 (pouzzolane ...), par des matériaux plastiques où cet indice atteint 0.95. Dans le même temps, la surface spécifique augmente aussi et passe de 80 m²/m³ en traditionnel, à 80 - 220 m²/m³ plastique.

Il est alors possible d'atteindre des charges élevées; 3 Kg DB05/m³.j. Le système est réservé pour les eaux résiduaires très concentrées avec des rendements de 50 - 70 %.

3.2.4. Système à disques biologiques

Le système impose également une décantation préalable. L'effluent est orienté dans un bassin où des disques sont en partie immergées. Ceux-ci tournent à la vitesse de 1 à 2 tours par minute. Les disques sont en polystyrène expansé et mesurent 2 à 3 m de diamètre. Ceci assure une surface utile de 5,9 - 13,6 m² par élément. Ils sont regroupés sur des axes et espacés de 2 - 4 cm sur chacun. La méthode n'est plus en vogue actuellement.

II - PARTIE EXPERIMENTALE

1. Traitabilité par voie biologique des rejets de l'usine de Finorga

L'usine Finorga de Chasse sur Rhône a comme activité principale la fabrication de produits chimiques organiques destinés à servir d'intermédiaire et de principes actifs pour l'industrie pharmaceutique. Le nombre de produits de synthèse est voisin de 50 avec une production annuelle de 350 T.

Les principaux rejets sont constitués essentiellement des :

- . Solvants organiques
- . Acétone
- . Méthanol
- . Acides chlorhydriques et sulfuriques
- . Des bases (soude et ammoniaque)
- . Des produits lourds (catalyseurs d'hydrogénation)

La consommation d'eau en 1978 est de :

eau de ville : 5470 m³/an soit 25 m³/jour

eau de nappe : 770.000 m³/an soit 3.500 m³/jour

Et se répartit en eaux de refroidissements : 200 m³/h soit 3200 m³/jour et en eaux de process et de sanitaires d'environ 400 m³/jour.

- Les eaux usées industrielles sont constituées pour :
- . l'essentiel du volume des pompes à anneau liquide .
- . la charge polluante des eaux mères des réactions de synthèse et des lavages de sol.

- Le réseau d'égoût est séparatif et comprend :
- . un réseau de collecte des eaux pluviales et de refroidissement.
- . un réseau de collecte des eaux usées constitué d'un ensemble de caniveaux à l'intérieur de chaque atelier aboutissant à une fosse (une fosse par atelier) d'où les eaux usées sont reprises par pompage et acheminées vers un collecteur général par tuyauteries aériennes.

1.1. Description de la Station actuelle

Actuellement, il existe un traitement physico-chimique et permet d'éliminer une partie de la pollution. Il comprend :

- . Dégrillage
- . Neutralisation
- . Décantation
- . Séparation des boues primaires
- . Un lit de séchage de boues.

Les rejets sont collectés dans un bassin tampon brassé en continu et dont les caractéristiques sont les suivantes :

- . Diamètre : 14 m
- . Surface : 154 m²
- . Volume total: 600 m³
- . Temps de séjour : 1,5 heure .

Les effluents brut avant d'arriver dans le bassin tampon subissent un dégrillage. Les effluents aérés sont récupérés grâce à une pompe et sont acheminés vers le bac de neutralisation par une canalisation dont le débit est régulé par une vanne équipée d'un servo-moteur :

- . Quand le niveau d'eau est minimal dans le bassin correspondant à 216 m³, la vanne laisse passer un débit de 30 m³/h.

- . Au dessus de 216 m³, la vanne laisse passer 45 m³/h.

- . Quand le bassin contient plus de 400 m³, pas de régulation la vanne est ouverte au maximum.

- . Pour la neutralisation, l'injection des produits se fait automatiquement par des pompes doseuses.

- . Pour l'effluent basique, on utilise l'Acide sulfurique 36 N stocké dans une citerne en acier inoxydable de 15 m³. Le débit est 423 l/j en moyenne.

- . Pour l'effluent acide, on utilise du NaOH 48 % stocké dans une citerne en acier inoxydable avec un débit moyen de 626 l/jour.

- . De la sortie des Bac de neutralisation, l'effluent subi d'abord une floculation à brassage mécanique (0,15 kw à 20 tours/minute).

Les caractéristiques du flocculateur sont les suivantes :

- . Diamètre : 29 m
- . Surface : 6,50 m²
- . Volume : 10 m³
- . Temps de séjour : 25 minutes.

La floculation est suivie directement d'une décantation dont les caractéristiques sont les suivantes :

- . Surface de décantation : 26,5 m²
- . Charge superficielle au débit moyen : 1,08 m³/m².h.
- . Charge superficielle au débit maxi. : 1,3 m³/m².h.
- . Volume utile en décantation : 75 m³
- . Volume de stockage de boues : 10 m³
- . Poids de boues produites (en MS) : 68 à 500 kg/jour
- . Concentration en MS des boues 3 à 7 %.

Le soutirage des boues s'effectue par pompe centrifuge de 5 m³/h, ensuite elles sont acheminées vers un lit de séchage dont les caractéristiques sont les suivantes :

- . Volume de boues produites à 5 % : 1,4 m³/jour
- . Poids de MS produits , moyenne : 68 Kg/jour
- . Temps de séchage : 20 jours
- . Surface de lits nécessaire : 112 m²
- . Surface des lits : 118 X 2 m²

. Récupération des solvants

Le décanteur est équipé d'une gouttière transversale de récupération des solvants légers et des hydrocarbures qui sont envoyés gravitairement dans un bac de séparation de la phase aqueuse recyclée par pompage dans le clarifloculateur. Les solvants séparés sont mis en fût.

1.1.2. Données qui ont été à la base du dimensionnement des installations actuelles.

Débit :

- . Volume journalier : 450 m³/h
- . Débit moyen horaire : 28 m³/jour
- . Débit maximum horaire : 35 m³/jour

M est des eaux brutes

- . Concentration moyenne : 150 mg/l
- . Concentration de pointe sur une semaine : 1118 mg/l.

DCO des eaux brutes

- . Variation extrêmes : 1100 - 20.000 mg/l
- . Variation journalières : 1600 - 11.000 mg/l
- . Variation des valeurs moyennes sur une semaine : 2000 à 7.200 mg/l.
- . Valeur moyenne : 5.000 mg/l
- . Flux de DCO par semaine : 10.000 mg/l
- . Flux journalier de DCO réparti sur 7 jours : 1428 kg/jour

DB05 des eaux brutes

- . Concentration moyenne : 2.500 mg/l
- . Flux de DB05/semaine : 5.000 mg/l
- . Flux journalier de DB05 répartie sur 7 jours : 714 kg/jour.

D'autres paramètres mesurés sont :

- . Température des eaux : 22°C
- . Chlorure : 2.500 mg/l
- . Azote totale : 20 à 150 mg/l
- . Phosphates : 1 à 2 mg/l
- . Teneur en hydrocarbures : 100 à 450 mg/l.

1.2. Etude analytique des jus à traiter

Des échantillons ont été prélevés régulièrement et avons effectué des analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux-mères et d'autres paramètres afin de mieux cerner dans dans tous les angles les problèmes de l'effluent.

Vingt échantillons de composition chimique différente ont été prélevés. Les analyses effectuées sur ces jus sont :

- La DCO
- La DBO5
- Le COT
- La Toxicité.

1.2.1. D.C.O.

La D.C.O. de ces différents échantillons montrent des variations très importantes pour un même échantillon dont les dilutions sont différentes. Les résultats d'analyse sont repris dans le tableau N° II.

De ce tableau, il s'avère que pour un même échantillon et pour des prises différentes la DCO varie dans le rapport de 2 à 10. Plus la prise est importante, moins la DCO est importante. Plus la prise est faible, plus la DCO est importante.

Des mesures de la DBO5 et du C.O.T. ont été effectuées sur les mêmes échantillons. Les mesures de la DBO5 représentent les mêmes fluctuations que celles observées dans les mesures de la DCO.

Seules les mesures du carbone organique total (C.O.T.) montrent des valeurs régulières et constantes pour un même échantillon avec des dilutions différentes.

La Biodégradabilité de ces effluents est très variable. Elle est comprise entre 0,04 à 0,6 (voir tableau N° V).

Une grande variabilité de polluants avec des teneurs en MES généralement faible et presque exclusivement colloïdale est observée.

Des expériences plus poussées ont été réalisées pour mettre en évidence les phénomènes clés responsables de la complexité de ces eaux-mères et pour mettre sur place des essais sur pilotes adaptées à ce type particulier d'effluent :

- 1° Reproductibilité des résultats de D.C.O. avec différentes dilutions sur un même échantillon.
- 2° Reproductibilité des résultats de la D.C.O. avec la variation du temps de cuisson (2h, 3h, 4h ...).
- 3° Influence des chlorures sur la détermination de la DCO.
- 4° Etude de la toxicité de certains composants principaux de l'effluent.
- 5° Effet d'adsorption sur du charbon actif.

1.2.1.1. Reproductibilité des résultats de la D.C.O. avec les différentes dilutions sur un même échantillon.

Il a été procédé systématiquement à la détermination de la DCO pour chacun des échantillon des eaux-mères. Les prises d'essai varient de 0,01 ml à 2 ml, selon l'importance des teneurs en matières organiques dissous dans l'échantillon. Les résultats obtenus sont compilés dans les tableaux n° II, III.

Des constatations suivantes ont été relevées :

Les variations de DCO se produisent surtout dans les jus où il y a des teneurs en sel élevées; dans les jus où il y a formation de deux phases miscibles; dans les jus susceptibles de contenir des halogènes. Ceci a permis de tirer certaines conclusions qui pourraient être éventuellement confirmées par des résultats des essais sur pilotes :

- nécessité d'amélioration du système d'homogénéisation dans le bassin tampon - Agrandir éventuellement le bassin tampon - Augmenter le temps de séjour.

N.B. : Pour des jus ayant 2 phases non miscibles, nous avons effectué d'abord leur séparation et avons effectué des mesures de DCO sur chacune. Ceci a permis d'obtenir des résultats identiques pour les mêmes dilutions.

- Pour les jus avec des précipités de sel, les analyses ont été effectuées sur les surnageants afin d'avoir des résultats constant de DCO.

1.2.1.2. Reproductibilité des résultats de la DCO avec les variations des temps de cuisson.

Pour un même échantillon, 3 prises d'essai identiques ont été effectuées. La première au cours de la manipulation a été chauffée pendant 2 heures à reflux, temps préconisé normalement. La deuxième a été pendant 3 heures et la troisième pendant 4 heures. (Tableau N° III). Les résultats montrent qu'après 2 heures, le temps n'a aucune influence sur la DCO.

1.2.1.3. Influence des chlorures sur la détermination de la DCO.

L'expérience a montré une fois de plus, que les chlorures font augmenter la DCO et faussent les résultats de celle-ci.

1.2.2. Etude de la toxicité

Les mesures de la DCO effectuées sur les eaux-mères nous ont orientés dans le choix de certains composants susceptibles d'être toxiques vis à vis des microorganismes. Le but de l'expérience était de mettre en évidence les capacités d'adaptation ou de non adaptation des microorganismes vis à vis de ces composés. Eventuellement évaluer le taux de dilution capable de diminuer la toxicité.

4 composés ont été testés :

(1) Iodolane - Constituant principal d'un mélange de plusieurs solvants (composition chimique n'a pas été révélée). Il est composé principalement de deux phases non miscibles. Même un brassage énergique ne suffit pas à homogénéiser les deux phases. Pour prendre un échantillon représentatif de ce produit, nous avons prélevé dans les deux phases à raison de 1/3 dans la phase supérieure et de 2/3 dans la phase la plus dense.

Pour 10 cm³ d'iodolane, nous avons prélevé 6,666 l de phase dense et 3,334 l de la phase supérieure. Nous avons ensuite procédé à différentes dilutions.

Dans 6 éprouvettes de 1.000cm³, nous y versons une quantité de boue prélevée dans un bassin à boue activée; ensuite nous y versons des concentrations progressives du composant à tester dans l'ordre suivant :

- . 1ère éprouvette : 1l de boue + 0% iodolane
(étalon)
- . 2ème éprouvette : 0,1% d'iodolane soit 1 cm³
d'iodolane dans 1 l de boue
activée.
- . 3ème éprouvette : 0,5 % soit 5 cc d'iodolane
dans 1 l de boue activée.
- . 4ème éprouvette : 1% d'iodolane
- . 5ème éprouvette : 5% "
- . 6ème éprouvette : 10 %.

Dans chaque éprouvette un brassage est effectuée grâce à une rampe alimentée en air comprimé par un compresseur. Ensuite, on prélève dans chaque éprouvette 100 cm³ après $t = 0$ heure; $t_1 = 1$ heure; $t_2 = 5$ heures; $t_3 = 10$ heures, $t_4 = 24$ heures.

Les échantillons sont décantés et les analyses de DCO sont effectuées sur les surnageants.

Les mêmes expériences ont été effectuées sur tous les autres produits selon le mode opératoire mentionné ci-haut. Ces produits sont : (3) Le Torlay constitué de plusieurs produits. Il se présente sous 8 formes de préparation, chacune ayant sa composition chimique particulière. Les analyses ont été effectuées sur 4 stades importants de rejets. Les tableaux des résultats sont repris dans l'ordre respectif (VII, X, XI, XII, XIII, IX, VIII).

(3) Le T.M.B. et (4) L'Hy fone

De ces résultats, il s'avère que pour les doses allant de 0,1 % à 5 % la souche bactérienne arrive pour des temps élevés à s'adapter. Sur les traphiques, après 8 heures on observe un abattement de la pollution caractérisée par la chute des valeurs de la DCO.

TABLEAU II : Influence des dilutions sur la détermination de la D.C.O.

N° Jus	Prise d'essai (ml)	D.C.O. (mg _{O₂} /l)	Observations
F ₁	0.05 0.1	16.400 15.680	Solution homogène en : peu colorée
F ₂	0.01 0.02	792.000 480.000	Solution colorée : (rouge foncée)
F ₃	0.01 0.02	330.000 296.000	Précipité de sels : (la solution et de couleur verte)
F ₄	0.2 0.5	11.200 8.400	Formation de deux phases : difficile à homogénéiser
F ₅	0.05 0.2	153.600 140.600	Solution très colorée : (orangée)
F ₆	0.02 0.05	2.940.400 160.000	Deux phases immiscibles :
F ₇	0.01 0.02	401.200 404.000	Beaucoup de précipités de : sels

TABLEAU III : Influence du temps de cuisson sur le D.C.O.

N° Jus	Prise d'essai :	DCO (mgO ₂ /l)	DCO (mgO ₂ /l)	DCO (mgO ₂ /l)
:	(ml)	: après 2 heures	: 3 heures	: 4 heures
F ₁	0.5	14.720	14.640	14.400
F ₁₀	1	16.160	16.360	18.160
F ₇	0.05	387.200	390.000	384.000
F ₁₂	0.05	400.000	480.000	474.000
F ₁₅	0.01	472.000	488.000	478.000

N.B.: Pour un même échantillon, les différences de DCO pour les trois temps ne sont pas significatives.

TABLEAU N° IV : DCO, C.O.I., DB05, Biodegradabilité des jus dont les composants organiques ne sont pas bromés ou chlorés.

N° Jus	Composant principal	D.C.O. (mg ₂ /l)	DB05 (mg ₂ /l)	C.O.I. (mg/l)	DB05	DCO	DCO/DB05	DCO/COT	Salinité (mg/l)
F ₂	Heptaminol	172.000	1.200	122.300	0.007		3.9		138.400
F ₄	Heptaminol	5.600	400	2.335	0.07		2.4		227.050
F ₅	Produit inconnu	140.800	40.000	43.600	0.28		3.2		244.000
F ₇	Pyrodine : surnageant	441.600	67.500	162.300	0.15		2.7		456.100
F ₉	Tolrayst ₂	81.600	23.000	29.475	0.28		3.0		277.500
F ₁₄	TMB	120.000	10.000	-	-		-		500.000

N.B. : - Salinité élevée
 - Biodegradabilité faible et variable, due aux taux élevés de sel

TABLEAU V : DCO, C.O.I, DBO5, Biodégradabilité des jus dont les composants organiques sont bromés ou chlorés .

N° Jus	Composant	DCO : (mgO ₂ /l)	DBO5 : (mgO ₂ /l)	C.O.I. : (mg/l)	DBO5 / DCO	DCO / COT	DBO5/COT
F ₁	Iodolane	14.640	7.000	3.598	0.48	4.1	2
F ₃	Methoxy - Benzaldehyde	330.400	220.000	97.800	0.67	3.4	2
F ₆	Iodolane (P. Aqueuse)	172.800	20.00	6.505	0.12	26.6	3
F ₈	Tolray St ₁	43.200	22.500	10.800	0.52	4.0	2
F ₁₀	Tolray St ₂	18.800	1.750	1.281	0.04	31.2	1.4
F ₁₁	Tolray St ₄	124.800	Toxique	54.800	-	2.3	-

N.B.: Jus N° 10, dégage des odeurs des halogènes pendant la cuisson.

TABLEAU VI : Résultats du carbone organique total sur les pilotes
(voir schéma synoptique)

Période	19/3	31/3	26/3	8/4	17/4	24/4	29/4
Critère mesuré	:	:	:	:	:	:	:
E.P. (mg/l)	576.5	1.840	304	638.6	664	540	831
BA ₁ (mg/l)	327.6	476.6	206.4	X	84.6	X	128
SBA ₁ (mg/l)	390.2	326.7	112.3	X	82.3	X	222
BA ₂ (mg/l)	416.7	530	X	320	113.2	X	137
SBA ₂ (mg/l)	412.6	460	X	284	290.2	X	114.8
BA ₃ (mg/l)	312.4	336	X	X	117	X	103.7
SBA ₃ (mg/l)	278.2	224	X	X	104	X	114.2
BA ₄ (mg/l)	236.6	196.4	167.6	114.7	112.6	97.6	103.7
SBA ₄ (mg/l)	164.3	176.7	136.7	107.2	96.4	87.6	96.7

Temps	:	t_0	:	t_1	:	t_2	:	t_3	:	t_4
Dilution	:		:		:		:		:	
Témoin	:	290	:	274	:	269	:	269	:	266
0.1 %	:	297	:	330	:	337	:	299	:	300
0.5 %	:	328	:	938	:	536	:	442	:	419
1 %	:	668	:	859	:	656	:	726	:	854
5 %	:	2.610	:	2.915	:	2.815	:	2.902	:	3.122
10 %	:	4.236	:	4.347	:	5.300	:	7.080	:	7.424

Tableau VII : Iodolane

Temps	:	t_0	:	t_1	:	t_2	:	t_3^A	:	t_4
Dilution	:		:		:		:		:	
Témoin	:	980	:		:		:		:	394
0.1 %	:	908	:	1.165	:	877	:	700	:	93
0.5 %	:	1.334	:	1.417	:	1.109	:	1.014	:	532
1 %	:	1.586	:	1.846	:	1.571	:	1.462	:	835
5 %	:	6.244	:	7.462	:	6.552	:	7.077	:	4.529
10 %	:	10.682	:	12.278	:	11.592	:	9.520	:	9.884

Tableau VIII : Hyfone.

Dilution \ Temps	:	:	:	:	:
	t=0	t=1h	t=4h	t=8h	t=24h
Témoin	: 565	: X	: X	: X	: 450
0.1 %	: 751	: 776	: 686	: 565	: 398
0.5 %	: 1.078	: 1.221	: 1.216	: 1.143	: 549
1 %	: 1.775	: 1.911	: 1.967	: 2.191	: 1.925
5 %	: 5.192	: 6.867	: 6.986	: 7.189	: 6.783
10 %	: 11.900	: 11.816	: 12.054	: 11.452	: 11.326

Tableau IX : Résultats de toxicité de
———TMB———

Temps	: to	: t ₁	: t ₂	: t ₃	: t ₄
Dilution	:	:	:	:	:
Témoin	: 306	: 321	: 329	: 317	: 315
0.1 %	: 672	: 575	: 536	: 453	: 309
0.5 %	: 734	: 632	: 546	: 439	: 359
1 %	: 790	: 616	: 604	: 465	: 412
5 %	: 1.885	: 1.825	: 1.409	: 1.119	: 797
10 %	: 2.090	: 2.270	: 2.302	: 2.566	: 1.679

Tableau X : Tolray stade 1

Temps	: to	: t ₁	: t ₂	: t ₃	: t ₄
Dilution	:	:	:	:	:
Témoin	: 297	: 291	: 293	: 256	: 236
0.1 %	: 284	: 268	: 262	: 240	: 264
0.5 %	: 363	: 331	: 300	: 323	: 367
1 %	: 410	: 429	: 334	: 398	: 436
5 %	: 929	: 750	: 651	: 841	: 870
10 %	: 1.711	: 1.553	: 1.381	: 1.254	: 1.436

Tableau XI : Tolray stade 3.

Temps	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4
Dilution	:	:	:	:	:
Témoin	: 368	: 342	: 317	: 318	: 222
0.1 %	: 428	: 368	: 337	: 309	: 231
0.5 %	: 717	: 598	: 406	: 381	: 304
1 %	: 1.144	: 938	: 717	: 609	: 458
5 %	: 3.908	: 4.056	: 4.240	: 4.480	: 4.715
10 %	: 6.992	: 6.240	: 7.720	: 8.264	: 8.511

Tableau XII : Tolray Stade 2

Temps	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4
Dilution	:	:	:	:	:
Témoin	: 545	: 345	: 326	: 317	: 245
0.1 %	: 648	: 562	: 429	: 393	: 300
0.5 %	: 977	: 824	: 706	: 609	: 511
1 %	: 1.710	: 1.620	: 1.378	: 1.544	: 1.321
5 %	: 6.901	: 6.571	: 6.014	: 6.535	: 7.085
10 %	: 12.317	: 12.711	: 10.420	: 11.306	: 12.560

Tableau XIII : Tolray Stade 4

1.2.3. Effet d'adsorption sur du charbon actif

Nous avons utilisé le charbon actif sous la forme pulvérulente et le test a été effectué sur l'effluent, entrée pilote; effluent sorti des pilotes et sur l'eau prélevée des bassins des boues activées.

Test sur l'échantillon prélevé des bassins à boues activées:

On met en aération 6 éprouvettes contenant chacune 1 litre de Boue du BA5. La 1ère éprouvette constitue le témoin (ne contient pas de charbon actif). Les cinq autres contiennent des doses croissantes de charbon actif en poudre.

2e éprouvette : 0,25 g/l

3e éprouvette : 0,5 g/l

4e éprouvette : 0,75 g/l

5e éprouvette : 1 g/l

6e éprouvette : 2 g/l

Nous prélevons ensuite 100 cm³ dans chaque éprouvette, nous les décantons et effectuons les analyses de DCO sur les surnageants à t = 0 sur le témoin et au temps = 24 heures sur les autres éprouvettes.

Les caractéristiques de la boue sont les suivantes :

MS : 5,37 g/l

MVS : 73 %

Les résultats sont compilés dans le tableau N° XXVII, XXVIII.

Echantillon / DCO(mg/l)	Témoins : 0,25 g/l : 0,5 g/l : 0,75 g/l : 1g/l : 2 g/l										
	t= 0h	:	:	:	:	:					
1e Essai	304	:	273	:	197	:	77	:	155	:	247
2e Essai	355	:	232	:	60	:	82	:	164	:	200

Tableau XXVII : Effet d'adsorption sur le BA.4

Pilotes / Concentration	Entrée	SBA ₁	SBA ₂	SBA ₃
	pilote	:	:	:
0gr/l	2.720	232	496	350
0,1 gr/l	2.544	174	446	356
0,5 gr/l	1.656	164	316	93.6
1 gr/l	1.376	95	226	58.4
5 gr/l	1.352	125	485.6	194.4

Tableau XXVIII: Effet d'adsorption au charbon actif sur l'effluent sortie des pilotes du 17/4.

L'effet positif se situe entre les concentrations de 0,5 g/l - 1 g/l : au delà il y a plutôt inhibition.

2. PROGRAMME DES ESSAIS SUR PILOTES

Référence faite sur l'expérience déjà réalisée sur la traitabilité des rejets des industries chimiques par l'IRH et compte tenu de la complexité au niveau composition chimique de l'effluent, trois types de traitement biologique ont été envisagés.

Solution 1: traitement biologique en une étape selon un procédé à boues activées utilisant une biomasse épuratrice à l'état libre, c'est à dire en suspension.

Les essais seront conduits de façon à éliminer les matières en suspension et les matières organiques oxydables.

Les charges massiques appliquées seront variées afin d'améliorer le rendement épurateur.

Les temps de séjour seront assez long pour permettre à la biomasse épuratrice à s'adapter à de tels effluents dont la biodégradabilité est variable.

Solution 2. Filière en deux étages: lit bactérien à garnissage plastique (épuration réalisée par une biomasse fixée). Eventuellement une variante d'une boue activée de finition pourrait être préconisée. Ce procédé a l'avantage de mieux s'adapter à des effluents chargés, à risque de toxicité. Le 1er étage joue le rôle de protection des boues activées. Différentes charges volumiques seront utilisées.

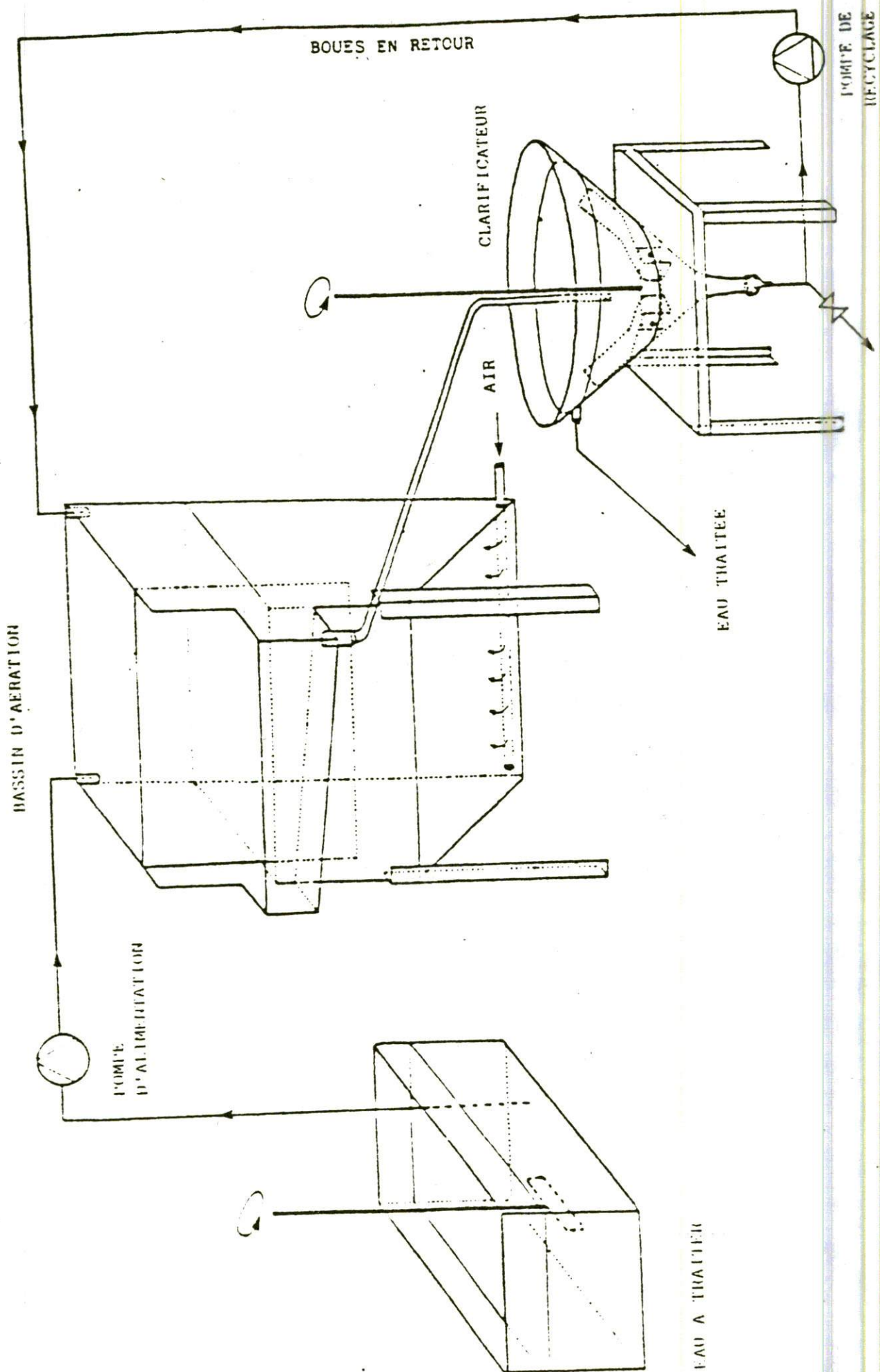
Solution 3 : Boue activée en tête suivie d'un deuxième étage à biomasse immobilisée, type lit immergé aérobie.

Ces filières représentent sûrement l'avenir par rapport aux deux procédés classiques décrits ci-haut. Elles peuvent se concevoir en utilisant dans le cas considéré le biofiltre en étape de finition derrière une boue activée ou un lit bactérien à garnissage plastique.

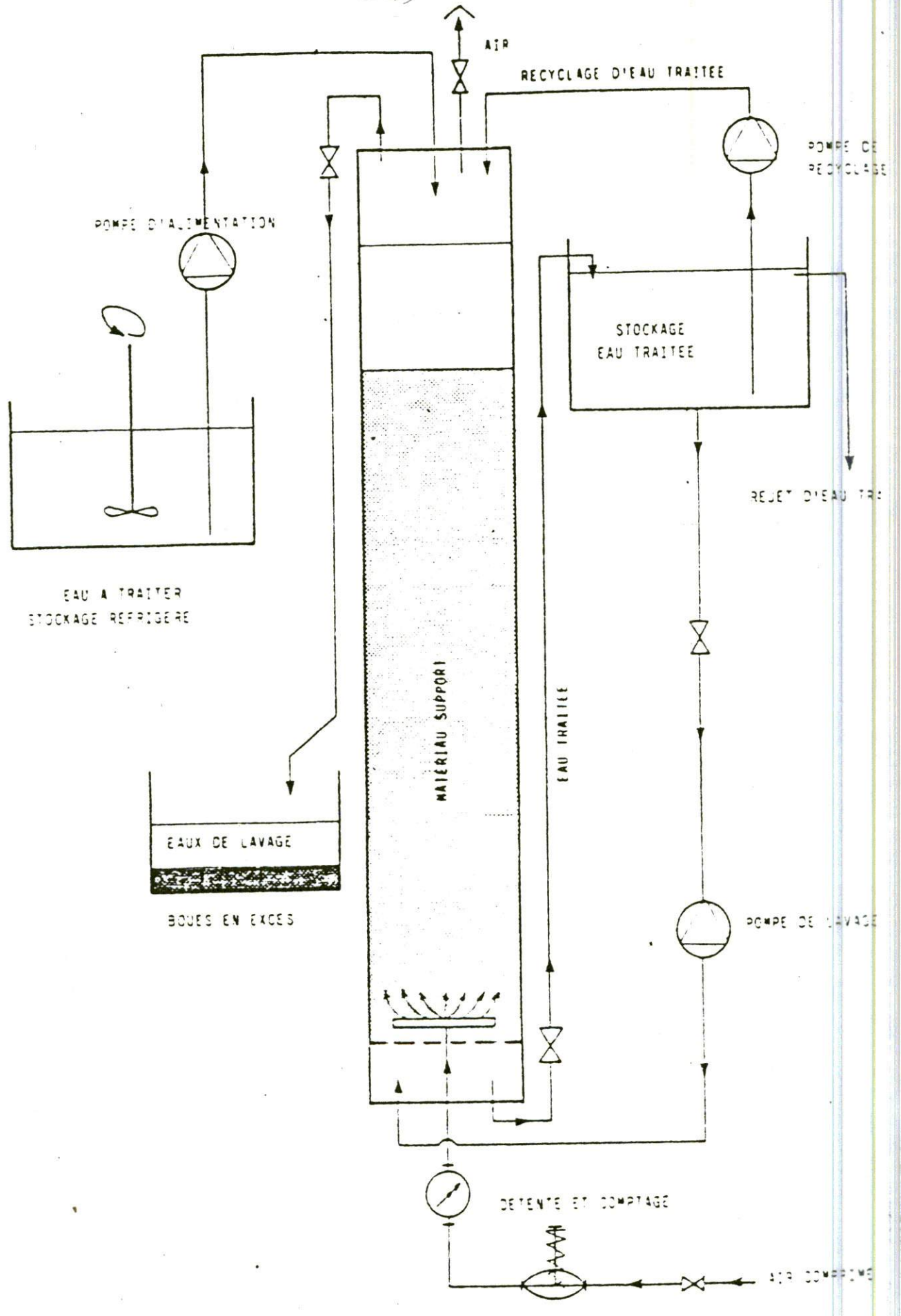
Le choix entre ces trois filières de base et leurs variantes sera fonction des rendements épuratoires de chacun et des critères économiques.

Par ailleurs, il faut noter l'incidence du traitement et l'élimination finale des boues sur le choix de la filière de traitement.

SCHEMA



A. - n. - P. - F. - 000



PILOTE DE LIT BACTERIEN IMMERGE

(SCHEMA DE PRINCIPE)

2.1. Caractéristiques des pilotes semi-industriels montés à Finorqa.

2.1.1. Pilotes à boues activées

Le bassin d'aération dont la capacité est de 50 l, est suivi d'un décanteur secondaire alimenté par débordement au niveau du bassin d'aération.

L'aération se fait par injection de bulles grâce à un compresseur fournissant de l'air dont le débit peut atteindre 150 m³/h. Le contrôle de l'aération s'effectue par la mesure de l'O₂ dissous. Il doit être compris entre 1 et 3 ppm.

L'alimentation de l'effluent à traiter est effectuée par des pompes peristaltiques à débit réglable. Afin de maintenir la concentration en matières sèches de boues activées dans le bassin d'aération, un recyclage des boues décantées est nécessaire. Il est effectué par une pompe peristaltique.

2.1.2. Pilotes à lits bactériens

Pilotes cloisonné

Il est constitué d'une enveloppe cylindrique de 0,5 m de section permettant l'empilement de matériel plastique sur 2,5 m de hauteur. Le volume est de 1,25 m³.

Le cloisonyle se présente sous la forme de tubes en polychlorure de vinyle rigide de 80 mm de diamètre, cloisonnés intérieurement. Dans un lit bactérien ces tubes sont disposés côte à côte verticalement. Les caractéristiques principales sont les suivantes :

- . Poids au mètre linéaire : 500 g
- . Longueur au m³ d'empilement : 160 m
- . Surface utile au m³ : 225 m²
- . Poids du m³ (à sec) : 80 Kg
- . Pourcentage de vide (à sec) : 94 %.

En outre le pilote est équipé d'un bac de réception de l'effluent à partir duquel se fait le débordement vers le décanteur et une recirculation éventuelle.

Pilote Plasdek

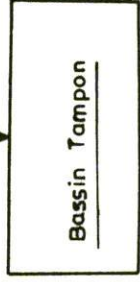
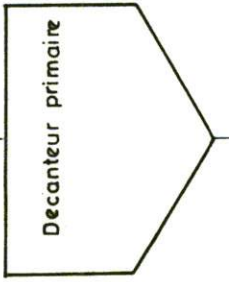
Le pilote est de même type que le précédent, il est garni de matériel plastique Plasdek.

Le Plasdek est un arrangement de feuilles de polychlorure de vinyle alvéolées, disposées de telle sorte qu'il se produise une redistribution interne de l'air et de l'eau à traiter dans le sens longitudinal de chaque module.

Les caractéristiques principales sont :

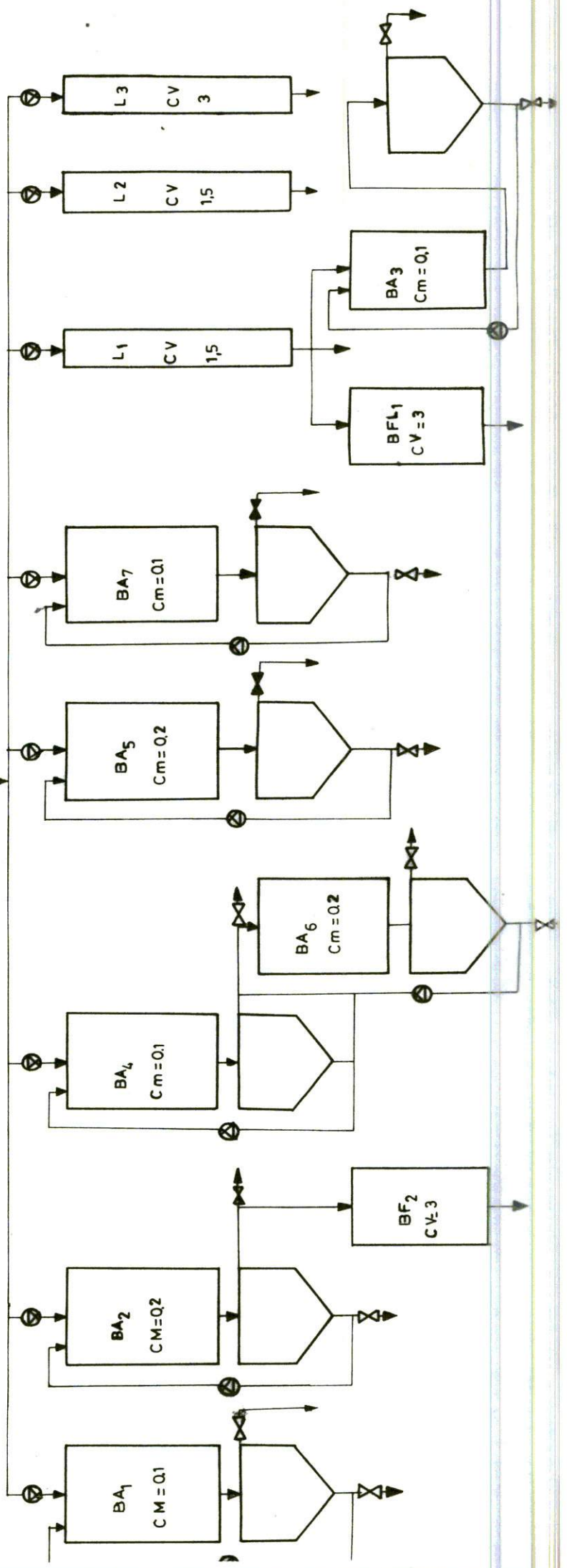
- . Surface utile au m³ : 100 m²
- . Pourcentage de vides : supérieur à 95 %
- . Dimensions standard d'un module : 1,20 X 0,6 X 0,6 m
- . Poids à sec : 15 kg

-Elevation
-Neutralisation



entrée pilote(ep)

ENTREE PILOTE (EP)



III. R E S U L T A T S

1. Bilan épuratoire du prétraitement

Critère concerné : 7/4 - 27/4 : 28/4 - 5/5 : Moyenne			
Débit moyen (m ³ /j) :	369	:	142 : 255
PH :	7.4	:	7.3 : 7.4
MEST (mg/l) :	40.04	:	50.6 : 45
DCO ad ₂ (mg O ₂ /l) :	2.520	:	1.974 : 2.247
DBO ₅ ad ₂ (mg O ₂ /l) :	1.324	:	1.200 : 1.262

Tableau XIV

La pollution organique en DCO (mgO₂/l) reste élevée et loin des normes souhaitées par les Agences de Bassin.

Les variations de la pollution organique et minérale sont importantes.

La toxicité reste forte après le traitement; d'où nécessité d'améliorer le système de prétraitement qui permettra l'élimination totale des métaux lourds et toxiques et élimination de 80 à 90 % des MEST.

Bilan épuratoire sur chacun des pilotes

(Voir schéma synoptique des pilotes)

1. Pilote à boue activée (BA₁)

Les caractéristiques :

Charge massique ; : 0,1 kg DBO₅ /kg M.S./jour

Volume du pilote : 400 l

Débit : 100l/jour

DCO entrante : 2000 mg O₂/l

DBO₅ entrante : 1200 mg O₂/l.

Critère observé	:	Valeur moyenne
PH	:	7.02
MEST (mg/l)	:	50
DCO ad ₂ (mgO ₂ /l):	:	850
DBO ₅ ad ₂ (mgO ₂ /l):	:	400

Rendement %

Sur DCO 60

Sur DBO₅ 66

TABLEAU XV

2. Pilote à Boue Activée (BA₂)

Les caractéristiques :

Charge massique : 0,2 kg DB05/kg M.S/jour

Volume du pilote : 400 l

Débit : 100 l /jour

DCO entrante (valeur moyenne) : 2000 mg/l

DB05 entrante (") : 1200 mg/l

Critère observé	:	Valeur moyenne
PH	:	7.4.
MEST (mg/l)	:	36
DCO (mgO ₂ /l)	:	882
DB05 ad ₂ (mgO ₂ /l)	:	327

Rendement (%)

Sur DCO : 56

Sur DB0₅ : 73

TABLEAU XVI

3. Pilote à Boue Activée (BA₃)

Il a été utilisé comme deuxième étage derrière le lit bactérien (L₁) afin d'améliorer le rendement épuratoire (consulter schéma synoptique). Les caractéristiques de pilote sont :

Charge massique : 0,1 kg DB05/kg MV.j.

Volume : 50 l

Débit : 25 l/jour

DCO entrante : 1758 mg d.O₂/litre

DB05 entrante : 750 mg d.O₂/litre

Critère observé	:	Valeur moyenne
PH	:	7.6.
MEST (mg/l)	:	57
DCO (mg/O ₂ /l)	:	600
DB05 (mgO ₂ /l)	:	163

Rendement sur

DCO : 66 %

DB05 : 78 %

TABLEAU XVII

4. Pilote à Boue Activée (BA₄)

Sur le pilote (BA₄), il a été effectué des dilutions; pour 50 % de l'effluent à traiter, on y a ajouté 50 % d'eau de ville. Les caractéristiques sont les suivantes:

Charge massique : 0,1 kg DB05/kg M.S /jour

Volume du pilote : 400 l

DCO entrante (moyenne en mg O₂/l) : 2000 mg/l

DB05 entrante (" ") : 1200 mg/l

Période	: 23/3 -17/4	: 18/4 - 27/4	: 28/4/ - 6/6
Déterminat ^o	:	:	:
Analytiques	:	:	:
Débits	: 1701/j.+1701/j:	2001/j.+2001/J.	: 2001/j. + 2001/
	: Effluent eau	: Effluent eau	: Effluent eau
	: claire	: claire	: claire
PH	: 7.4	: 7.4.	: 7.2.
MEST	: 56	: 33	: 26
DCO (mgO ₂ /l)	: 371	: 445	: 492
DB05 (mgO ₂ /l)	: 135	: 139	: 140
Rendement (%)	: 81	: 78	: 75
(DCO)	:	:	:
Rendement (%)			
(DB05)	: 89	: 88	: 88

TABLEAU XVIII

5. Pilote à Boue Activée (BA₅)

Les caractéristiques :

Charge massique : 0,2 kg DB05/kg M.S./jour

Volume du pilote : 400 l

Dilutions : pour 1 litre d'effluent, on y ajoute
1 l d'eau claire

DCO entrante (mg O₂/l) en valeur moyenne : 2000 mg/l

DB05 entrante(") " : 1200 mg/l

Période	: 24/3 - 31/3	: 1/4 - 17/4	: 18/4 - 29/4	: 30/4 -
Détermination Analytiques	:	:	:	:
Débit	: 340 l/j	: 170 l/j	: 200 l/j	: 400 l/j
PH	: 7.2	: 7.5	: 7.4	: 7.0
MEST (mg/l)	: 79	: 95	: 30	: 28
DCO (mgO ₂ /l)	: 801	: 1037	: 533	: 1196
Rendement (%) sur DCO	: 60 %	: 48	: 73	: 40
Rendement (%) sur DB05	:	:	:	:

TABLEAU XIX

6. Pilote à Boue Activée (BA₆)

Les caractéristiques du pilote sont les suivantes :

Il a été monté à la sortie de décanteur secondaire du BA₄.
Dans le but d'améliorer le rendement épuratoire avec un temps de séjour de 6 heures

- . Charge massique : 0,2 kg DB05/kg M.S./jour
- . Débit : 30 l /jour
- . DCO entrante (moyenne) : 400 mgO₂/l.

Critère mesuré : Valeur moyenne	
PH	: 7.7
MEST (mg/l)	: 31
DCO	: 301
Rendement (%)	: 25

TABLEAU XX

Le RA₇ travaille sur les eaux de dilutions également
Pour 1 litre d'eau à traiter, on y ajoute 3 litres d'eau claire
avec un temps de séjour de 12 heures. Les résultats sont les
suivants :

Critère mesuré: Valeur moyenne	
PH	: 7.7
MEST (mg/l)	: 25
DCO (mgO ₂ /l)	: 926
Rendement sur	:
DCO (%)	: 34

TABLEAU XXI

8. Pilote à lit bactérien type cloisonné (L₁)

Les caractéristiques sont les suivants :

- . Charge volumique : 1,5 Kg DCO/M³.J.
- . Volume : 1,25 m³
- . Débit : 890 l/jour
- . DCO entrante (moyenne) : 2000 mg/l

Critère mesuré : Valeur moyenne	
PH	: 6.8
MST (mg/l)	: 41
DCO _{ad} ₂ (mgO ₂ /l):	1758
Rendement sur	: 12 %
DCO	:

TABLEAU XXII

9. Pilote à lit bactérien à remplissage
Plasdek (L₂)

Les caractéristiques sont les suivantes :

- . Charge volumique : 1.5 kg DCO/m³.j
- . Volume : 1,25 m³
- . Débit : 890 l/jour
- . DCO entrante (moyenne) : 2000 mg/l
- . DB05 entrante(") : 1200 mg/l

Critère mesuré	: Valeur moyenne
PH	: 7.4.
MST (mg/l)	: 31
DCO (mgO ₂ /l)	: 1377
Rendement sur DCO:	31 %
Rendement sur DB05	: 63 %

TABLEAU XXIII

10. Pilote à lit bactérien (L₃)

Les caractéristiques sont les suivantes :

- . Charge volumique : 3 Kg DCO/m³.j
 - . Volume : 1,25 m³
 - . Débit : 1340 l/j
- DCO entrante (moyenne) : 2000 mg/l
DBO₅ entrante (moyenne) : 1200 mg O₂/l.

Critère mesuré	:	Valeur moyenne
PH	:	7.6
MEST (mg/l)	:	46
DCO (mg O ₂ /l)	:	593
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	:	464
Rendement sur DCO	:	70
(%)	:	
Rendement sur	:	
DBO ₅ (%)	:	61

TABLEAU XXIV

11. Pilote à lit immergé (BF L₁)

Le pilote constitue un deuxième étage pour le pilote à lit bactérien (L₁). Les caractéristiques sont les suivantes :

Diamètre	: 7 cm
Hauteur	: 150 cm
Surface	:: 38,5 cm ²
Volume	: 5,77 litres
Charge massique	: 3 kg DCO/m ³ .j.
DCO entrante	: 1758 mg d'O ₂ /litre
DBO5 entrante	: 750 mg O ₂ /litre
Débit	: 12 l/jour.

Critère mesuré	: Valeur moyenne
PH	: 7.5.
MEST (mg/l)	: 39
DCO (mg O ₂ /l)	: 777
Rendement sur la DCO	: 56 %

TABLEAU XXV

12. Pilote à lit immergé (BF₂)

Il constitue un 2e étage de traitement derrière le pilote à boue activée (BA₂). (voir le schéma synoptique)

Les caractéristiques du pilote sont les suivantes :

Débit	: 12 l/jour
∅	: 7 cm
Hauteur	: 150 cm
Surface	: 38,5 cm ²
Volume	: 5,77 litres
Charge volumique	: 3 kg DCO/m ³ .j.
DCO entrante	: 882 mg O ₂ :L
DBO5 entrante	: 327 mg O ₂ /l

Critère mesuré	: Valeur moyenne
PH	: 8.0
MEST (mg/l)	: 42
DCO (mgO ₂ /l)	: 534
DBO5 (mg O ₂ /l)	: 318
Rendement (%) sur DCO	: 65
Rendement sur DBO5 (%)	: 3

TABLEAU XXVI

3. Interprétation des résultats

A la suite des expériences effectuées sur les différents types des pilotes dont les caractéristiques sont détaillées dans le chapitre précédent et compte tenu des résultats épuratoires obtenus, il se dégage ce qui suit :

Le Bassin à boue activée (BA₄) (voir tableau résultats) dilué à 50 % oriente notre choix dans la filière de traitement type " Boue Activée " avec une dilution éventuelle à 50 % de l'effluent à traiter; il permet également de dégager les données de bases pour le dimensionnement des ouvrages de traitement.

4. Dimensionnement des ouvrages de traitement biologique

Données de base

DCO entrante : 2.000 mg/l
DBC5 entrante : 1.200 mg O₂/l
Débit à traiter : 600 m³/jour
Temps de séjour dans le bassin tampon : 48 heures
Temps de séjour dans le bassin d'aération : 24 heures
MVS : 3,5 gr /l
Indice de Mohlman : 100

Concentration de boues à maintenir dans le bassin : 5 gr/l

Calcul

Le calcul se portera sur

- . Bassin tampon
- . Bassin à boue activée (concentration MVS=3,5 g/l)
- . Les besoins en oxygène
- . Choix du matériel de brassage
- . Production de boues
- . Taux de recyclage

Bassin TAMPON

Volume : 600 m³/jour X 3 jours : 1.800 m³

Bassin d'aération

Volume : 600 m³/jour X 2 jours : 1.200 m³

Bassin en oxygène

La relation qui donne les besoins journaliers :

a . DBO5 éliminé + b . Masse bactérienne

(1)

(2)

(1) C'est les besoins en oxygène pour la croissance

(2) Ce sont les besoins pour l'autoxydation de la
masse cellulaire.

a' = rendement qui exprime la croissance des bactéries =

$$a' = \frac{\text{Masse d'O}_2 \text{ nécessaire à la croissance/jour}}{\text{Masse de substent enlevé par jour}}$$

$$b' = \frac{\text{Masse d'oxygène nécessaire à la respiration endogène/jour}}{\text{Biomasse présente dans le bassin.}}$$

$$\begin{aligned} \text{Les besoins en O}_2 &= (0.6 (1.2 - 0,03) - 600) \text{ kg/jour} + \\ & 0.05 (3,5) - 1200 \text{ kg/jour} \\ &= 631 \text{ kg/jour} \\ &\text{soit } 26 \text{ kg /heure} \end{aligned}$$

Puissance nécessaire à l'aération

Tenant compte d'un coefficient de transfert global de 0,6, l'oxygénation serait de $\frac{26}{0.6} = 43 \text{ kg d'O}_2/\text{heure}$ et la puissance d'aération dans le cas d'une turbine serait de $\frac{43}{2} \text{ KW} = 22 \text{ KW}$. Cette puissance serait insuffisante pour assurer le brassage homogène du bassin à boue activée.

Puissance nécessaire au brassage homogène

On estime les besoins énergétique pour le brassage à 30 W/m³.
Ce qui nécessite pour le bassin de 1.200 m³ une puissance
installée de 0,03 X 1.200 KW = 36 KWATTS;

correspond à $\frac{36.000}{736} = 50$ chevaux

15 chevaux = 1 turbine

Le brassage nécessitera environ 4 turbines au maximum

Calcul de la production de boues

On utilise cette relation :

Le est la masse de DB05 éliminée en kg/jour

S_v la masse de matières organiques en kg présente dans le bassin
d'aération.

$$S_v = 0.5 (1,4 - 0,03) \times 600 \text{ kg/jour} - 0.06 \times 1200 \times 3,5 \text{ kg/jour} \\ = 159 \text{ kg/jour.}$$

Taux de recyclage

Il faut maintenir dans le bassin d'aération 3,5 g/l de MVS
pour la survie des microorganismes. Pour cela un maintien
de cette teneur, nécessite la présence chaque fois dans le
réacteur de 5 g/l de MES.

C O N C L U S I O N

Les paramètres mesurés sur l'effluent de Finorga semblent garantir les possibilités d'avoir une eau traitée selon la méthode à boues activées à faible charge massique et répondant aux conditions suivantes :

$$6 \leq \text{PH} \leq 8.5$$

$$\text{DBO5} \leq 145 \text{ mgO}_2/\text{l}$$

$$\text{DCO} \leq 400 \text{ mg O}_2/\text{l}$$

Cependant, il faut noter que dans notre esquisse dimensionnement, nous avons considéré les critères souhaités par les Agences de Bassin, c'est à dire :

$$\text{DBO5} \leq 30 \text{ mg O}_2/\text{l}$$

$$\text{DCO} \leq 90 \text{ mg O}_2/\text{l}$$

$$\text{MEST} \leq 30 \text{ mg O}_2 / \text{l}$$

La filière de traitement des boues, les méthodes de contrôle et les principes d'exploitation de toutes les installations feront l'objet d'un rapport supplémentaire.

=====

A N N E X E

GRAPHIQUE I : Courbe représentant les variations de la DCO en fonction du temps de l'effluent après traitement physico-chimique.

GRAPHIQUE II : Courbe des variations de la DCO en fonction du temps de l'effluent utilisé pour les pilotes (entrée pilote).

GRAPHIQUE III: (Suite) "

GRAPHIQUE IV : Courbe de toxicité d'Hyfone.

GRAPHIQUE V : Courbe de toxicité du tolray St3

GRAPHIQUE VI : Courbe de toxicité du T M B

GRAPHIQUE VII: Courbe reliant le rendement épuratoire du BA₄ avec les charges massiques.

6000
DCO (mgO₂/l)

5000

4000

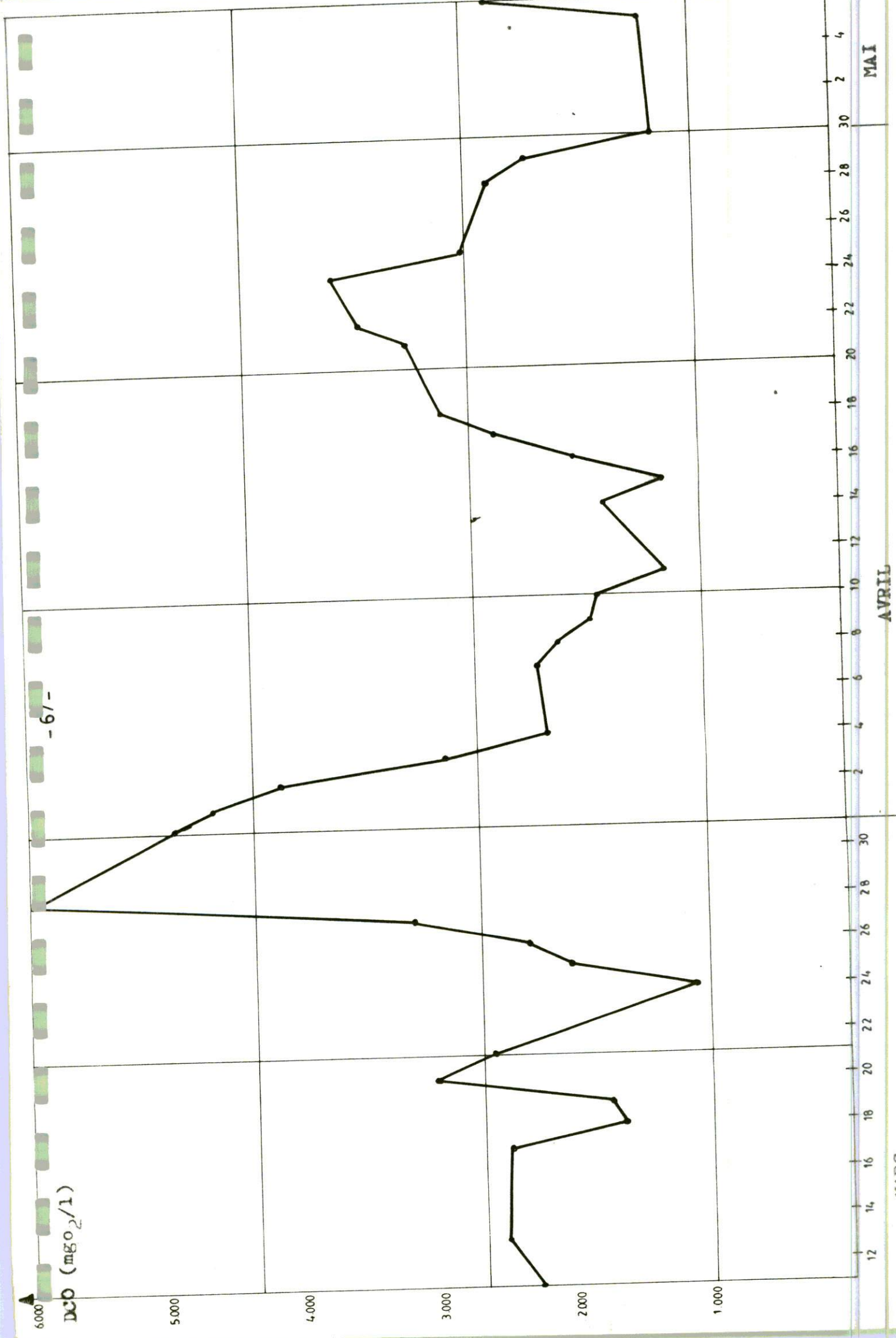
3000

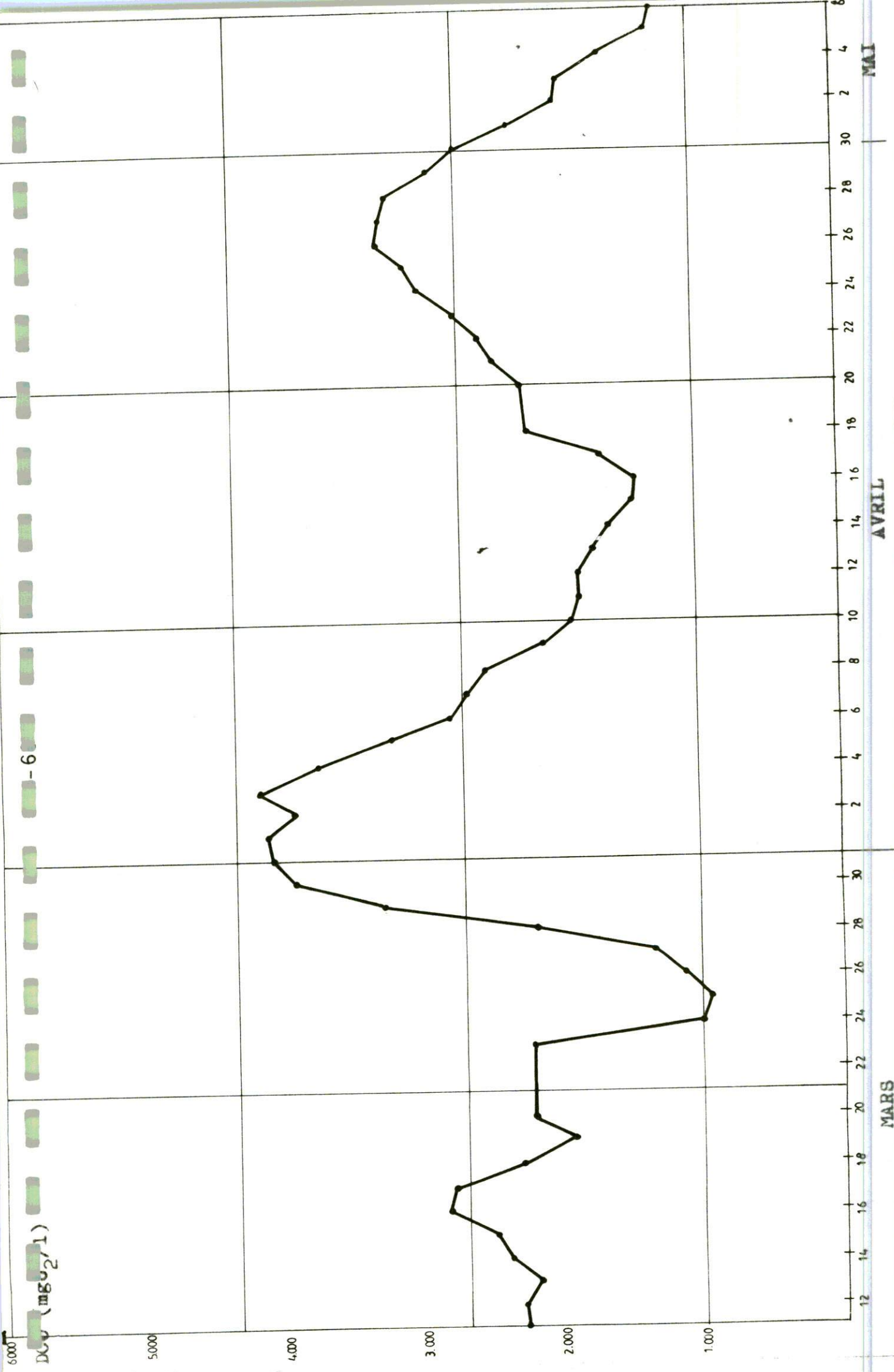
2000

1000

-67-

12 14 16 18 20 22 24 26 28 30
MARS
AVRIL
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30
MAI
4





GRAPHIQUE II : DCO (mgO₂/l) ALIMENTATION DES PILOTES.

6000
5000
4000
3000
2000
1000

DCO (mgO₂/l)

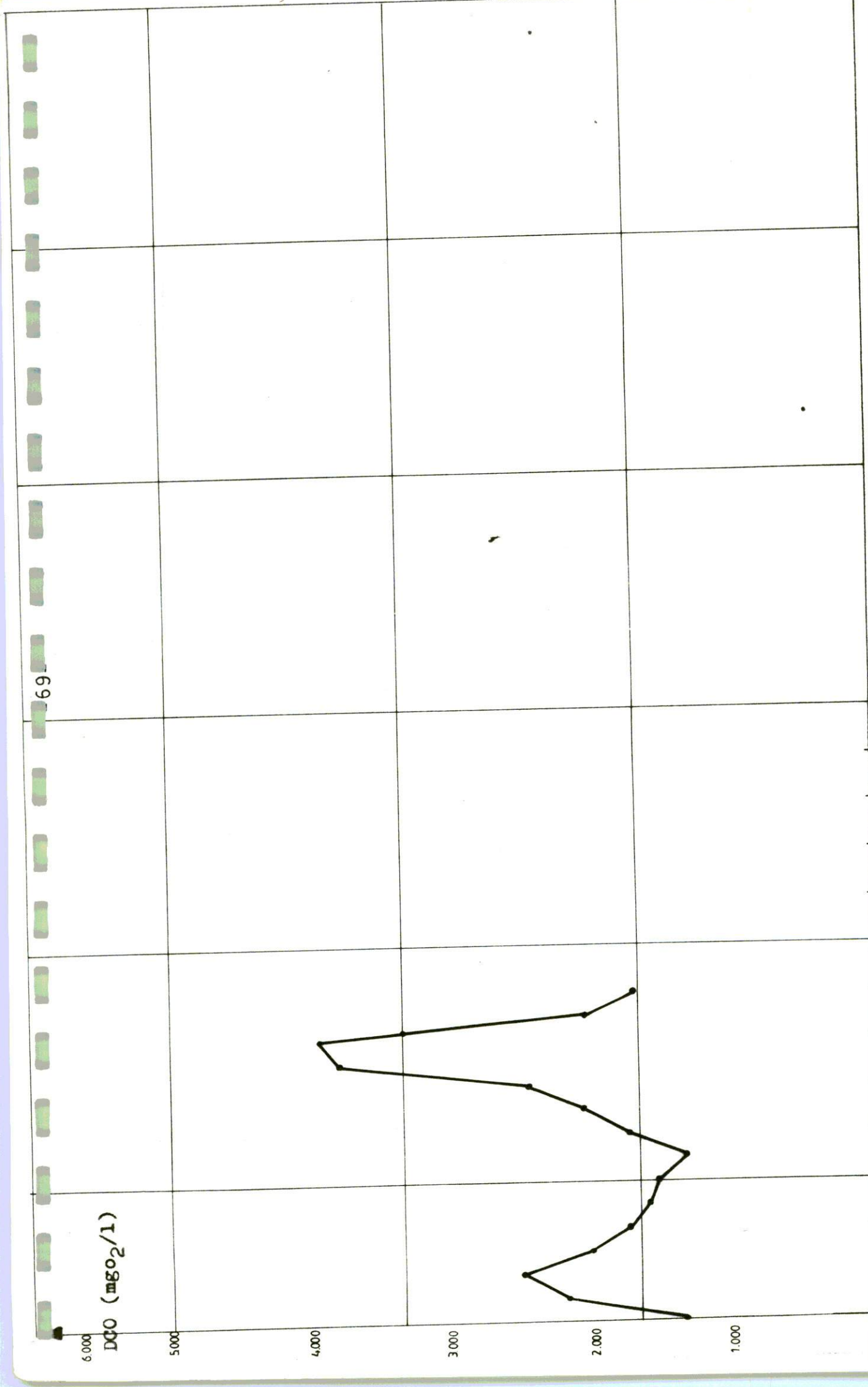
69

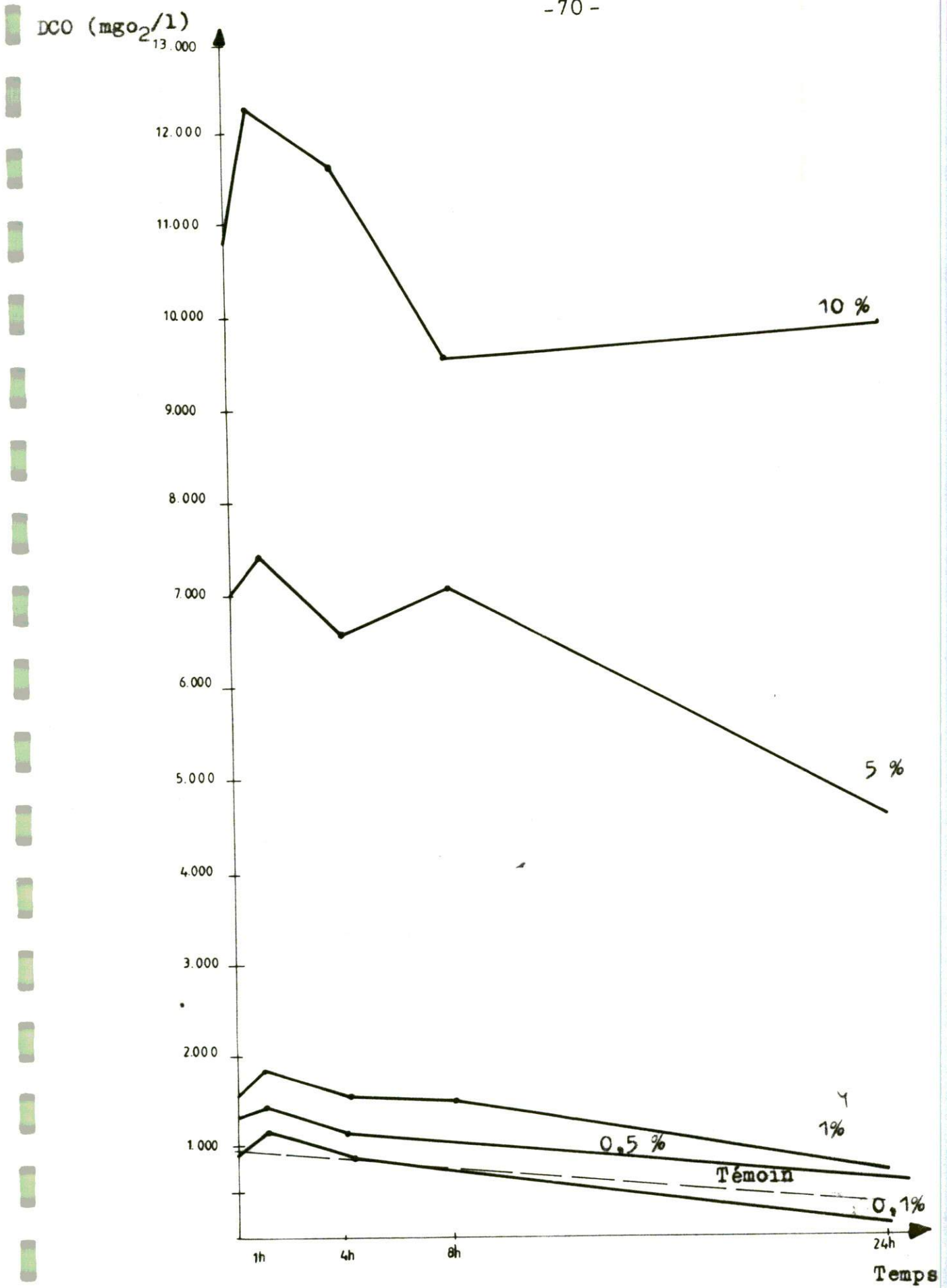
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30

MAI

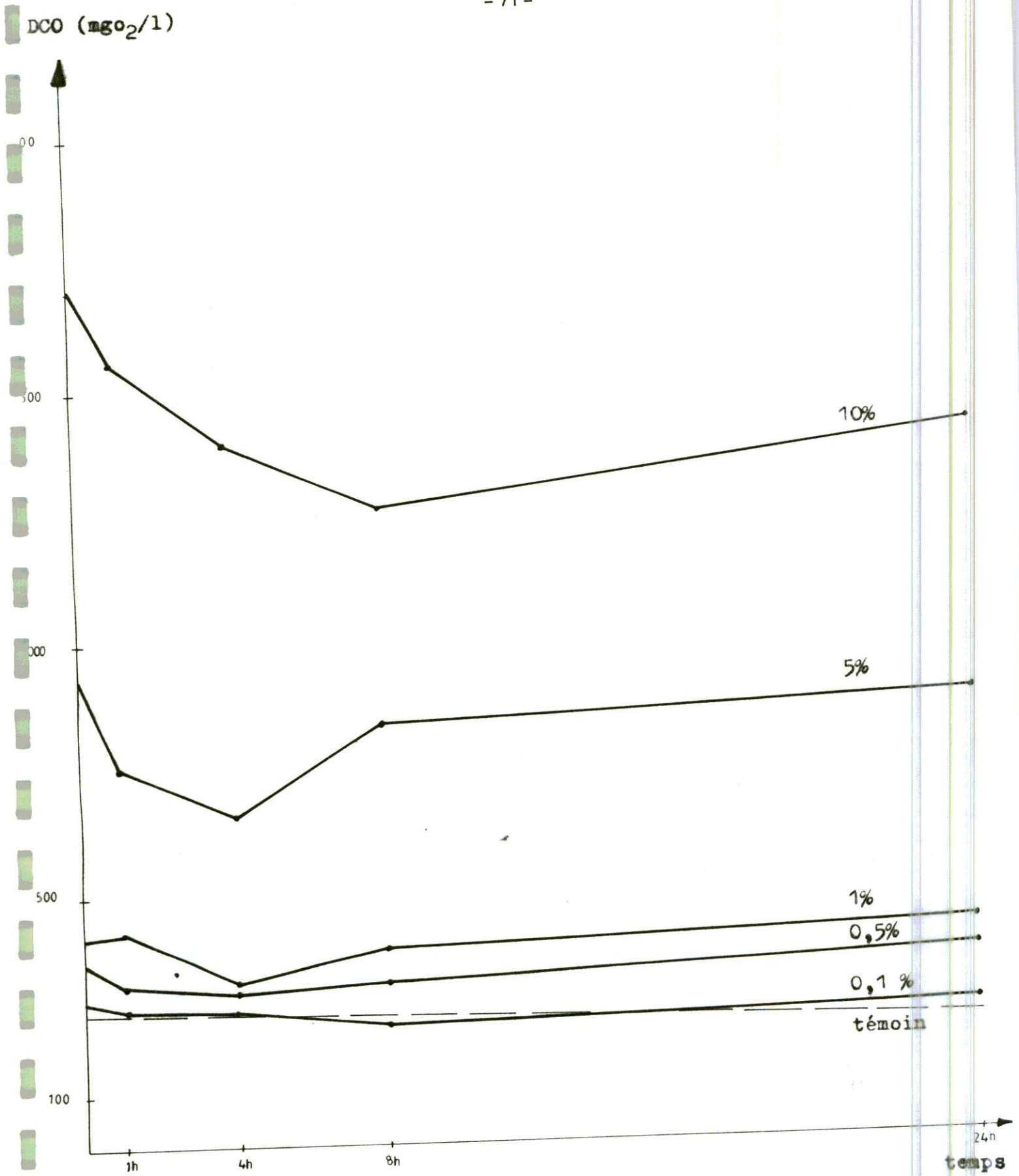
TEMPS

GRAPHIQUE III : DCO (mgO₂/l) ALIMENTATION DES PILOTES (suite).

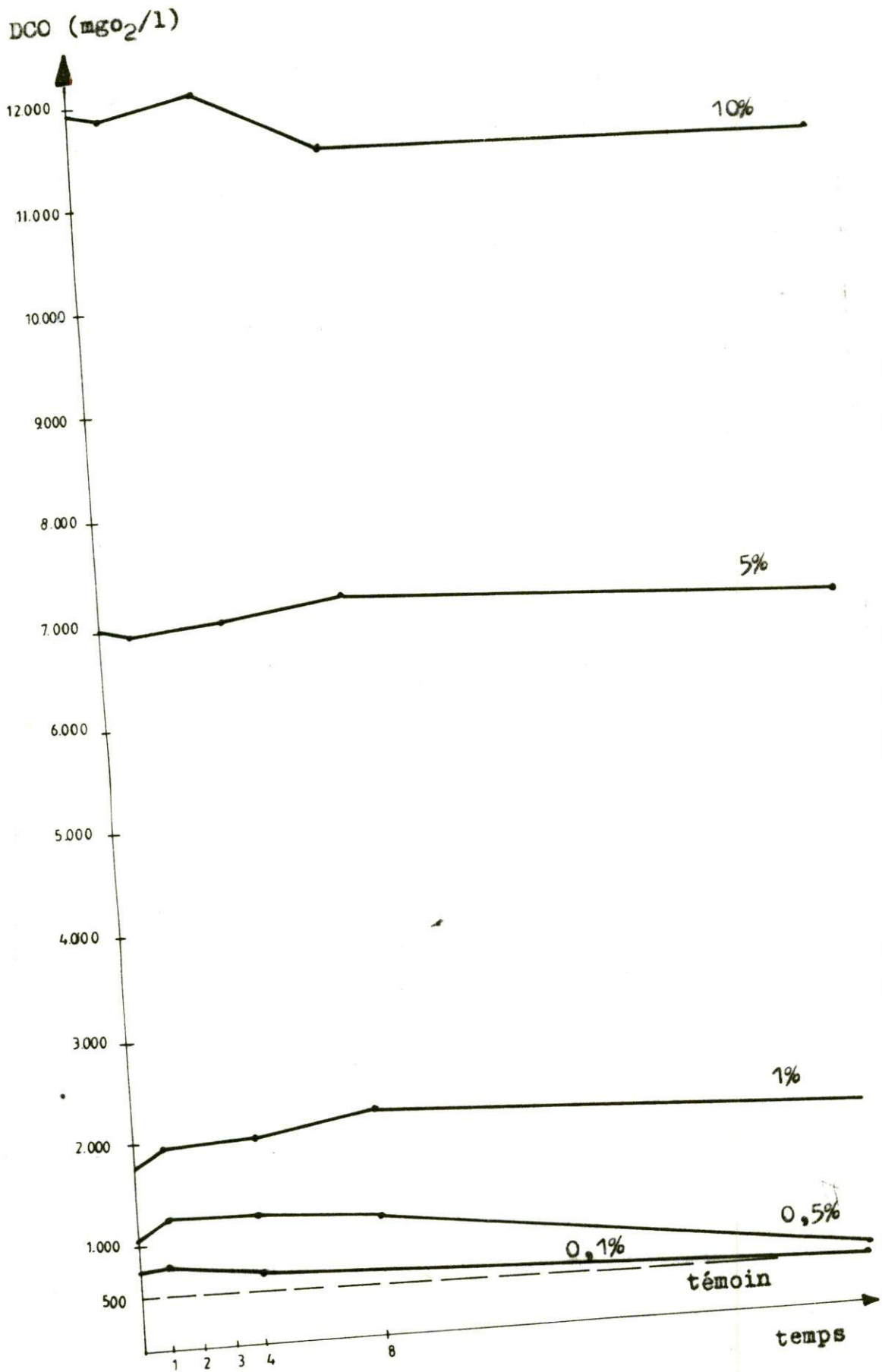




GRAPHIQUE IV: COURBE DE TOXICITE D'HYFONE.



GRAPHIQUE V : COURBE DE TOXICITE DU TORLAY St₃.



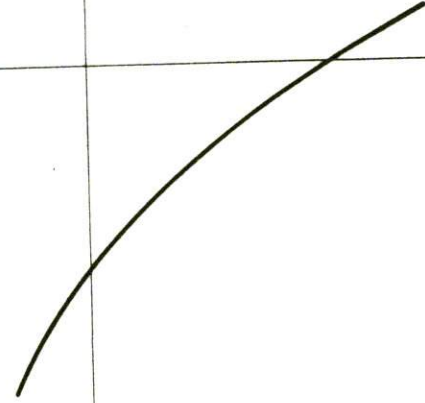
GRAPHIQUE VI: COURBE DE TOXICITE DU TMB

13 AVRIL - 6 MAI

-73-

% rendement
sur ICO

100 %



0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 1

\dot{C}_m
Kg DCO/Kg MV/j.

GRAPHIQUE VII : Rendement épuratoire du BA₄ Versus charge massique.

B I B L I O G R A P H I E

1. Robert Thomazeau, Stations d'Epurations
Eau potables - Eaux usées (1981)
2. Degrémont, mémento technique de l'eau (1972)
3. J.C. Boeglin, les traitements biologiques des eaux usées
4. Agence de Rhin-Meuse, connaissance du bassin Rhin-Meuse
5. M. Roques, F. Molleyre, traitement des eaux
6. J.R.H., Etude pilote de traitabilité des effluents
domestiques et industriels de la ville de Tarare.
7. District de l'Agglomération de Ville sur Saône (Rhône)
Etude de traitabilité physique et biologique des eaux
usées.
8. I.R.H., Etude des possibilités de traitement biologique
d'une eau résiduaire d'industrie chimique.
9. Projet IRH, Projet d'Extension de la Station de Narbonne
10. F. Colin, Toxicité vis-à-vis de la Microflore
épuratrice - Etude de l'Impact des Produits chimiques
ou des rejets sur la biomasse épuratrice.
11. I.R.H., Assainissement de la commune de Chasse-sur-Rhône.

