

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

«0»

وزارة التعليم والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

«0»

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

«0»

DEPARTEMENT : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

المدرسة الوطنية
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

«0»

PROJET DE FIN D'ETUDES

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT

SUJET

Etude
de
l'Auto-Epuration de l'Oued
EI-HARRACH

1 PLANCHE

Proposé par :

Mr R. TRIDI

Etudié par :

Mr M. YAHI

Dirigé par :

R. TRIDI
MM.
M. NAKIB

PROMOTION : Février 86

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

«0»

وزارة التعليم والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

«0»

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

«0»

DEPARTEMENT : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

«0»

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT

SUJET

Etude
de
l'Auto-Epuration de l'Oued
EI-HARRACH

Proposé par :

Mr R. TRIDI

Etudié par :

Mr M. YAHI

Dirigé par :

R. TRIDI
MM.
M. NAKIB

PROMOTION : Février 86

- الموضوع : دراسة القدرة الذاتية للتنقية بواد الحراش .
- الملخص : إن موضوعنا يدخل في إطار دراسة تلوث مياه واد الحراش ، وهذا من أجل تقدير استطاعته الذاتية لتنقية المياه .
- دراستنا تشمل ثلاثة فصول :
- الفصل الأول : مخصص للدراسة النظرية
- الفصل الثاني : يشمل المنهجية والفروض في هذه الدراسة .
- الفصل الأخير : يشمل على النتائج و التحاليل .

SUBJECT : ETUDE DE L'AUTO-EPURATEUR DE L'OUED EL HARRACH.

RESUME : Notre sujet s'insère dans le cadre de l'étude de la pollution de L'oued El-Harrach, en vue d'évaluer son pouvoir auto-épurateur.

Il Comporte trois chapitres principaux :

- Le premier est consacré à l'étude théorique relative au sujet.
- Le second englobe la méthodologie et les hypothèses.
- Le troisième c'est les résultats et leurs interprétation.

Subject : STUDY THE SELF-PURIFICATION'S OF EL-HARRACH'S RIVER.

Abstract : Our subject enters in the cadre of pollution's. Study of el-Harrach's river in sight to value its self-purification's.

- The first one contains the Bibliography relative at the subject.
- The second chapter contains the methodology and the hypothesis of this investigation.
- The resultats and their interpretation compose the third chapter.

--o-- //)) EDICACES --o--

Je dédie ce modeste travail à :

- Mon père .
- Ma mère .
- Mes frères et soeurs.
- Mes neveux et nièces.
- Tous mes amis .

YAH!

--o-- //))
// ((REMERCIEMENTS

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

JE transmets toute ma gratitude et mes reconnaissances à monsieur R. TRIDI et à monsieur M. NAKIB mes promoteurs pour leur aide et les nombreux conseils qu'ils m'ont apporté tout au long de cette étude . Mes remerciements vont également à :

- Tous les enseignants(es) du département de génie de l'environnement
- Monsieur KETTAB chef de département de l'hydraulique
- Monsieur NAAMANE chef de département de génie de l'environnement .
- Je remercie aussi mademoiselle ARRAR, madame LOUHAB, NOUAR.

Je remercie aussi le chef de département de génie rural de l'INA pour m'avoir autorisé à travailler au laboratoire de traitement des eaux. Enfin que tous ceux qui m'ont aidé et encouragé trouvent ici un témoignage de ma reconnaissance .

	Pages
I. INTRODUCTION	1
II. OBJECTIF DE L'ETUDE.....	2
III. PARTIE THEORIQUE.....	
".1. La pollution par les matières organiques.....	3
".2. Auto-épuration.....	3
".2.1. Auto-épuration en milieu aerobie.....	4
".2.2. Auto-épuration en milieu anaerobie.....	4
".3. Facteurs influençant l'auto-épuration	
".3.1. Facteurs physico-chimiques.....	
".3.1.1. Couleur et transparence	5
".3.1.2. L'odeur	5
".3.1.3. PH	5
".3.1.4. Température.....	6
".3.1.5. Matières solides en suspension	6
".3.1.6. Conductivité.....	7
".3.1.7. L'azote etvses dérivés.....	7
a/ Phénomène d'ammonification.....	8
b/ Phenomène de nitrification.....	8
C/ Phénomène de dénitrification	9
".3.1.8. Le phosphore et ses dérivés.....	9
a/ Phosphate inorganiques.....	9
b/Phosphate organiques.....	10
".3.2. Facteur biochimique.....	
".3.2.1 Bilan d'oxygène.....	10
".3.2.2 Solubilité de l'oxygène dans l'eau.....	11
".3.2.3 La demande biochimique en oxygène	11
".3.2.4 La demande chimique en oxygène.....	12
".3.2.5 La biodégradabilité.....	12
".3.2.6 La photosynthèse et respiration	12
".3.2.7 Substances toxiques et indésirables.....	13
".3.3. Evolution de la qualité d'eau le long d'un cours	13
d'eau.....	
a/ L'oxygène dissous et la D.B.O	13
".4. Effet de la pollution sur le milieu naturel	
".4.1 Catégories de pollutions.....	17
".4.2 Diagnostique des pollutions.....	18
".4.3 Seuil de tolérance	18
".4.4 L'effet de l'azote et du phosphore.....	19
".5. Description du modèle d'auto-épuration.....	21
".6. Approximation statistique des analyses.....	23
IV. DONNÉES DE BASE	
".1. Présentation de la région	24
".2. Les sources de pollution de l'oued.....	24
".3. Présentation du tronçon étudié.....	26
".4. Hydroclimatologie	
- Climat.....	25
- Pluviometric.....	27
- Hydrologie.....	27

V. PARTIE EXPERIMENTALE

"I. Mesure de la pollution	27
"I.1. Introduction.....	27
"I.2. Prélèvement des échantillons.....	28
"I.3. Choix des points de prélèvements	28
"I.4. Mode de prélèvement	28
"I.5. Matériel.....	29
"I.6. Planning de travail.....	29
"I.7. Essai de débit.....	29
"I.8. Principe des analyses	
"I.8.1. Mesure de la température.....	30
"I.8.2. Mesure du PH.....	30
"I.8.3. Mesure de la conductivité.....	30
"I.8.4. Mesure du M.E.S.....	30
"I.8.5. Mesure du R.S.....	30
"I.8.6. Mesure du nitrates.....	30
"I.8.7. Mesure de nitrites.	31
"I.8.8. Mesure de l'azote total.....	31
"I.8.9. Mesure des orthophosphates.....	31
"I.8.10. Mesure de l'oxygène dissous.....	31
"I.8.11. Mesure de la D.C.O.....	32
"I.8.12. Mesure de $KMnO_4$	32
"I.8.13. Mesure de la D.B.O5	32

VI. RESULTATS

VII. INTERPRETATIONS

" .1. Interprétation des résultats.....	59
" .2. Interprétation du modèle.....	64

VIII. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

- Conclusion.	67
- Recommandations.....	68

COMMENT LUTTER CONTRE LA POLLUTION..... 70

ANNEXES

- Annexe I: Résultats d'analyse.....	01
- Annexe II : Courbes d'étalonnage.....	03
- Annexe III: Methodologie d'analyse.....	06

I. INTRODUCTION

A notre époque ou le développement de la démographie et de la croissance industrielle conditionnent notre environnement et notre manière de vivre ,il importe plus que jamais de nous inquieter de tout ce qui peut nuire à notre bien-être et à nos conditions de vie.

Les deversements polluants peuvent modifier profondément les composantes physico-chimiques des milieux récepteurs aquatiques, ainsi que les biocénoses peuplant ces milieux.

La notion de pollution ne se réfère donc pas à la "pureté" des eaux , ni même à leurs aptitudes, mais aux modifications de leurs caractéristiques dues aux actions humaines.

Un séminaire d'experts européens réunis à Genève en mars 1961 a ainsi explicité cette notion: "Un cours d'eau est considéré comme étant pollué lorsque la composition ou l'état de ses eaux sont directement, modifiés du fait de l'action de l'homme dans une mesure telle que celles-ci se prêtent moins facilement à toutes les utilisations auxquelles elles pourraient servir à leur état naturel, ou à certaines d'entre elles".

Un grand nombre de microorganismes de types variés interviennent dans l'auto-épuration qui est un processus biologique normale apparaissant dans les milieux aquatiques. Ces microorganismes utilisent et minéralisent les substances organiques apportées au cours de la pollution. Après leur transformation , ces dernières s'élimineront dans l'atmosphère ou seront utilisées par les végétaux.

II. OBJECTIF

L'objectif de notre projet porte l'étude du pouvoir auto-épurateur le long d'un tronçon de 1,5 km de l'oued EL HARRACH. ce tronçon est limité à l'amont par le pont du domaine Mustapha Megnouch et à l'aval par le village du Guè de Costantine , dont les resultats nous permettent d'estimer les charges polluantes et par conséquent de proposer des normes de rejets des eaux résiduaires dans l'oued.

III. PARTIE THEORIQUE

III.1. LA POLLUTION PAR LES MATIERES ORGANIQUES :

La pollution organique ,la mieux connues , est un problème relativement ancien et largement étudié. C'est peut être la forme de pollution que l'on contrôle actuellement le mieux .

L'oxygène dissous joue un rôle primordial dans cette épuration spontanée. La charge de pollution organique d'une eau est en fonction de la demande d'oxygène que le milieu exerce afin d'oxyder et donc de minéraliser ces matières organiques.

La demande biochimique d'oxygène renseigne sur le contenu biodegradable des eaux. La demande chimique d'oxygène et, plus encore , le carbone organique total caractérisent l'ensemble de la charge organique, qu'elle soit ou non biodégradable . Ces divers paramètres , sont donc autant de critères importants de qualité de l'eau.

III.2. AUTO-EPURATION :

L'auto - épuration est un phénomène naturel, spontané grace auquel une eau elimine une certaine charge de pollution organique sous l'action des microorganismes (bacteries, champignons, algues, etc....). En effet , les composés organiques constituent des reserves d'energie qui peuvent être libérées par oxydation. C'est là que les êtres vivants heterotrophes puisent leur energie et les éléments necessaires à leur metabolisme. Le plancton , une fois acclimoté , degrade et assimile la plupart des composés organiques , assurant ainsi l'auto-épuration des rivières, des lacs et de la mer.

III.2.1. AUTO-EPURATION EN MILIEU AEROBIE :

Si la teneur en oxygène dissous est suffisante les métabolismes bactériens sont de type aérobie. Il y a donc consommation d'oxygène et minéralisation des substances organiques sans nuisance.

Lors d'un déversement d'eaux usées dans un cours d'eau bien oxygéné et pourvu d'une population des bactéries aérobie, les produits de cette dégradation servent à la multiplication bactérienne.

Les principaux résidus de cette respiration aérobie sont :

le CO_2 , H_2O , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} et, dans une première étape, l'ammoniac, dans une dernière étape, il y a oxydation de cette ammoniac et formation des ions nitrites et nitrates, grâce aux bactéries nitrifiantes. Ces résidus minéraux activent la multiplication des algues et la formation de la boue.

III.2.2. AUTO-EPURATION EN MILIEU ANAEROBIE :

Si la teneur en oxygène dissous est insuffisante, les dégradations se font par voie anaérobie; sous l'action de bactéries anaérobies ou facultatives.

Les dégradations ne sont que partielles et il y a formation de méthane de CO_2 , d'acide organique légers, d'alcools, d'hydrogène, de sulfure d'hydrogène, d'azote, d'ammoniac, de nitrates, etc.....

Il se dégage des gaz plus ou moins inflammables (CH_4), d'odeur nauséabonde (H_2S), et des produits toxiques, comme les nitrosamines se forment.

(↑), (↑)

III.3. FACTEURS INFLUENCANT L'AUTO EPURATION

III.3.1. FACTEURS PHYSICO-CHIMIQUES

III.3.1.1. COULEUR ET TRANSPARENCE

Certains rejets résidaires changent totalement la couleur naturelle des eaux . Le rejet des sels ferreux donne lieu par oxydation avec l'oxygène contenu dans l'eau, à une coloration " rouille " et à un dépôt d'hydroxyde de fer.

La nature et la concentration des matières en suspension jouent un rôle prépondérant dans la formation de la couleur des eaux ,aussi la présence de matières en suspension et de colorants diminue la transparence des eaux.

III.3.1.2 L'ODEUR

On définit l'odeur comme l'ensemble de sensation perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.

En effet , toute odeur est un signe de pollution ou la présence de matières organiques en décomposition .

III.3.1.3. P H

Le P H des eaux naturelles varie avec les conditions édaphiques. La photosynthèse provoque dans les eaux une importante variation de P H, pendant la journée d'absorption intense de gaz carbonique entraîne une élévation du P H et une précipitation des carbonates, un mécanisme inverse se produit pendant la nuit.

On sait que si le P H présente de gros écarts par rapport à la neutralité, tous les êtres vivants se trouvant dans l'eau, aussi bien végétaux qu'animaux, subissent des lésions ou sont tués, ce qui peut entraîner

l'arrêt total des processus biologiques extrêmement importants pour l'économie de l'eau.

III.3.4. 4. TEMPERATURE

C'est une caractéristique physique importante qu'à une influence sur l'activité biologique, ou la vie ne peut exister que dans une marge étroite de température. Si un rejet d'eau chaude se fait dans une rivière polluée par les matières organiques, non seulement le mélange intégral des eaux n'a lieu qu'après un certain parcours, mais encore la décomposition des matières organiques présentes dans l'eau est accélérée par cette élévation de température. Le déficit en oxygène produit par cette pollution se trouvera aggravé, par contre la longueur du parcours nécessaire à la réalisation des mécanismes d'auto-épuration sera réduite .

III.3.4.5. MATIERES EN SUSPENSION

La plus part des eaux résiduaires sont chargées de :

- matières en suspension MES 105 °C
- matières volatiles en suspension MVS 600 °C
- matières minérales
- matières décantables
- matières non décantables.

MES : il s'agit de matières qui ne sont ni solubilisées ni colloïdales. On peut considérer qu'il représente un/ intermédiaire entre les particules minérales du type sable ou poussière de charbon et les particules minérales du type mucilagineuse. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales, qui se déposent plus au moins loin en aval produisant une pollution "mécanique" .

III.3.1. 6. CONDUCTIVITE

Les deversements d'eaux usées se traduisent généralement par une élévation de la conductivité. On dispose ainsi d'un indice global facilement mesurable pour détecter l'origine de certaines pollutions.

III.3.1.7. L'AZOTE ET SES DERIVES

L'azote est un composant essentiel de la matière vivante et joue un rôle important, dans les pollutions de type " organique ". Dans la nature, l'azote se trouve essentiellement sous formes minérales relatives aux degrés d'oxydation (0, III⁺, V⁺, III⁻).

Mais un certain nombre de dérivés organiques plus au moins complexes peuvent également exister. Ils proviennent soit des rejets industriels, soit du cycle biologique de l'azote. On distingue plusieurs formes d'azote dont les principales sources sont ;

- la fixation par les algues de l'azote atmosphérique.
- les eaux de pluie.
- les rejets d'eau usées domestiques.
- le deversement d'eaux résiduaires industrielles.
- l'utilisation d'engrais chimiques ou de résidus jouant un rôle d'engrais naturel.

Le devenir de l'azote dans le milieu naturel dépend de nombreux facteurs physico-chimiques, mécaniques, et biologique tels que :

- la nature du milieu : densité, porosité, propriétés absorbantes, qualité d'échanges.
- les conditions climatiques.
- la qualité du rejets.

En dehors des rejets des fabriques d'engrais l'azote present dans les effluents domestiques et industriels est essentiellement sous forme reduite.

a) PHENOMENE D'AMMONIFICATION :

Le phenomene d'ammonification conduit à partir des matieres organiques azotees (des corps proteiques, des sucres amines, des acides nucléiques, des bases puriques, des amides, des phosphatides, des amines, etc....) à la libération d'ammoniac.



b) PHENOMENE DE NITRIFICATION:

Les formes reduites de l'azote (matieres organiques et sels ammoniacaux) se transforment en nitrates en phase aerobie: ce phenomene dit de nitrification se produit naturellement dans les rivières ou la teneur en oxygene dissous est suffisamment elevee et la charge en matieres organiques est trop faible . Pour inhiber les bacteries autotrophes responsables de la nitrification et de la nitrata-

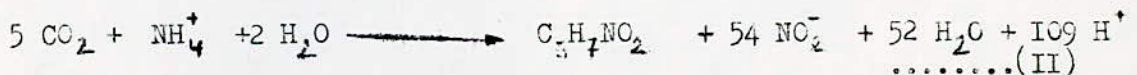
tion.

Reaction de nitrification :

La réaction d'oxydation est la suivante:

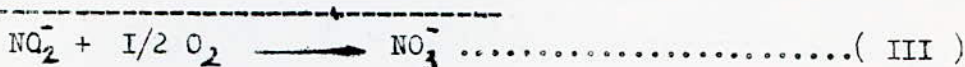
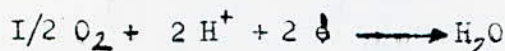


La formation des cellules bacteriennes est regie par la réaction suivante :



Reaction de nitrification :

Les nitrobacter oxydent les nitrites en nitrates suivant le mecanisme reactionnel suivant :



C) PHENOMENE DE DENITRIFICATION :

La denitrification est la réduction de l'azote à l'état gazeux par l'intermédiaire des bacteries denitrifiantes autotrophes ou heterotrophes dont la plus part sont hétérotrophes.

Elle se produit également en deux grandes étapes:



Le donneur d'électron est la matière carbonée.

Toutes ces étapes des réactions mises en oeuvre par l'intermédiaire de bactéries, plantes ou champignons et ne peuvent s'effectuer spontanément dans les conditions "normales" rencontrées dans la nature, car leur energie (ou les potentiels) sont trop importantes. Ainsi, l'intervention de catalyseurs, les enzymes qui réduisent l'énergie d'activation est nécessaire pour que puissent s'effectuer ces réactions "naturellement!"

III.3.1.8. PHOSPHORE ET SELS DERIVES

Depuis quelques temps on constate un enrichissement progressif. Les apports sont d'origines diverses (industries agricoles et alimentaires, industries du phosphore, fertilisation intensive des terres...etc. C'est au degrés (+V) que se trouve le phosphore à l'état naturel surtout sous forme de phosphates.

Leur dosage révet donc une importance considérable dans les eaux naturelles ou usées.

Il existe une grande variété de phosphates ,minéraux ou organiques, de solubilité diverse , on distingue:

a) PHOSPHATES INORGANIQUES:

Les orthophosphates sont les sels de l'acide phosphorique les polyphosphates cycliques encore appelés metaphosphates ont pour formule generale $(P O_3)_n$.

Cependant en solution les phosphates condensés se rehydratent et se convertissent en orthophosphates. Cette réaction est accélérée par l'augmentation de la température, la présence d'acides et par bacteries.

b) PHOSPHATES ORGANIQUES:

Le phosphore intervient dans la matière vivante, dans les os qui sont constitués en grande partie de $Ca_3(PO_4)_2$ auquel est associé un peu de fluor, dans les urines.

III.3.2. FACTEURS BIOCHIMIQUES

III.3.2.1. BILAN D'OXYGENE

Les eaux résiduaires renferment des matières organiques à l'état solide dissous ou colloidal. Sous l'influence des micro-organismes présents dans l'eau , ces substances vont être decomposées suivant des processus qui dependent des conditions de milieu(teneur en oxygène, température, vitesse du courant,etc...). Les sources et pertes d'oxygène sont les suivantes:

Sources d'oxygène:

-photosynthèse.

- réaération

.Pertes d'oxygène:

- oxydation biologique des matières organiques carbonées
- oxydation biologique des matières organiques azotées

. Décomposition bactérienne des sédiments

- respiration des plantes aquatiques
- demande chimique immédiate d'oxygène

III.3.2.2. SOLUBILITE DE L'OXYGENE DANS L'EAU

La présence d'oxygène dissous dans l'eau est indispensable l'oxygène permet de maintenir plusieurs qualités de l'eau, notamment son goût ou son degré d'asepsie, il est essentiel pour la survie de nombreux organismes aquatiques.

L'oxygène dissous dans l'eau peut provenir :

- de la dissolution de l'oxygène de l'air par diffusion à travers la surface, de nombreux facteurs influencent sur la solubilité de l'oxygène ainsi que sur la vitesse du transfert et de la réparation de ce gaz dans la masse d'eau considérée.

- de la biosynthèse par les plantes vertes aquatiques qui sous l'effet de la lumière solaire, utilisent le CO_2 dissous dans l'eau.

III.3.2.3. LA DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE (D.B.O.)

La demande biochimique en oxygène est une mesure indirecte des matières organiques biodegradables contenues dans les eaux polluées. On peut la définir comme la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation et avec l'intermédiaires des bactéries, les matières organiques des eaux usées.

La D.B.O est un phénomène évolutif dans la mesure où elle permet d'étudier le comportement d'une charge organique et plus généralement celui d'un échantillon.

III.2.4. LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (D.C.O)

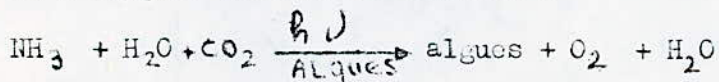
La D.C.O traduit la quantité nécessaire pour oxyder chimiquement les matières organiques contenues dans l'effluent. La D.C.O reside dans la mesure de la consommation d'un oxydant convenablement choisi, dans les conditions opératoires bien définies, pour l'oxydation des matières organiques contenues dans l'échantillon.

III.2.5. LA BIODEGRADABILITE

Les microorganismes ne s'attaquent qu'aux matières biodegradables. Lorsque les substances sont peu dégradables, les bactéries doivent s'y acclimater, et la dégradation ne commence qu'au bout de plusieurs jours. Parfois, cette dégradation n'est que partielle et dans certains cas, elle est inexistante.

III.3.2.6. PHOTOSYNTHESE ET RESPIRATION

La lumière (soleil) est un facteur essentiel de la photosynthèse. Les algues étant des plantes aquatiques microscopiques qui utilisent l'énergie lumineuse pour transformer le gaz carbonique, l'ammoniac et les éléments ou matières minérales en de nouvelles cellules dégageant de l'oxygène suivant la réaction :



Il est évident que la nuit, les algues consomment, au contraire l'oxygène nécessaire à leur survie.

(11), (12), (8)

III.3.2.7. SUBSTANCES TOXIQUES ET IN DESIRABLES

De nombreux éléments présents dans l'eau usée sont toxiques ou créateurs de diverses nuisances (goût et odeur désagréables communiqués à l'eau, difficulté de traitement) certains sont nécessaires à la vie à très faibles doses (fluor, bore, métaux) mais présentent des seuils de toxicité très bas. D'autres ont une action particulièrement marquée sur le milieu, ainsi les détergents et les hydrocarbures par la formation de films superficiels freinent les processus de réaération nécessaires à l'auto-épurat^on.

Les substances bactéricides (phénols, métaux lourds, etc....) perturbent aussi bien en station d'épuration qu'en rivière et faussent certaines mesures comme la D.B.O .

III.3.3. EVOLUTION DE LA QUALITE D'EAU LE LONG D'UN COURS D'EAU

Le bilan en oxygène s'établit entre les activités consommatrices (décomposition de la matière organique présente dans l'eau, respiration des organismes aquatiques) et les apports (réaération et photosynthèse).

III.3.3.1. OXYGENE DISSOUS ET D.B.O

Si on enregistre le profil en oxygène dissous d'un cours d'eau à l'aval d'un point de pollution, on obtient généralement une courbe prenant une allure caractéristique dite "cours en sac" Fig 1 . La courbe de la teneur en oxygène dissous résulte de l'action antagoniste de deux phénomènes principaux: la décomposition de la matière organique exprimée par l'évolution de la réaération par échanges eau-atmosphère et la D.B.O exprimée par la courbe représentative du taux de réaération. Fig 2

S'il conserve la même allure générale, le profil en oxygène varie considérablement selon l'importance des caractéristiques morphodynamiques de celui-ci (largeur, profondeur, pente), la température.... etc.

Le point critique ou est atteint le plus fort déficit en oxygène (ou la plus faible teneur) est situé à une distance du point de pollution variable avec les paramètres ci-dessous.

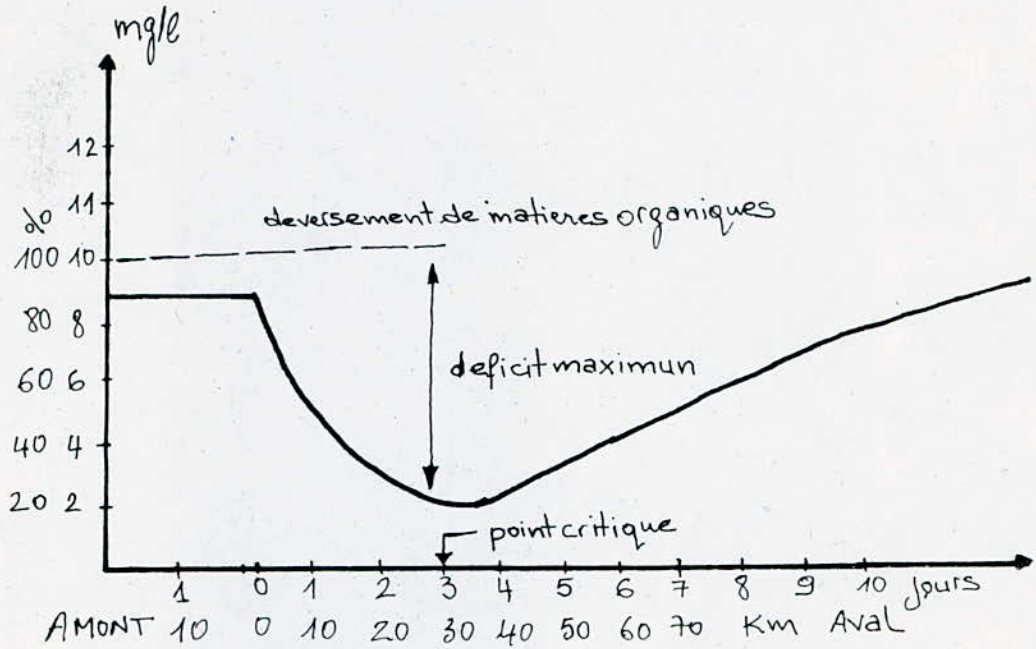


Fig1: profil en oxygène d'une rivière en Aval d'une pollution organique (exemple théorique)

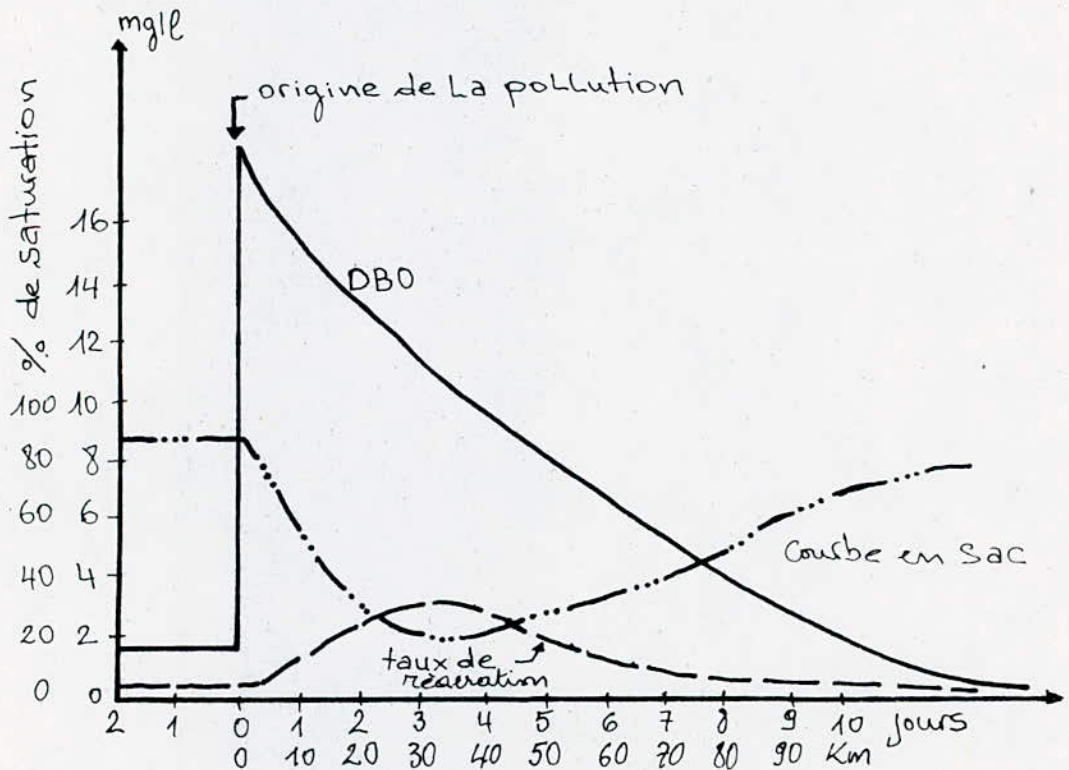


Fig2 - Evolution de la teneur en oxygène (courbe en sac) de la DBO (décomposition de la matière organique) taux de réaération dans une rivière polluée organiquement (d'après Bartsch et Ingram 1967)

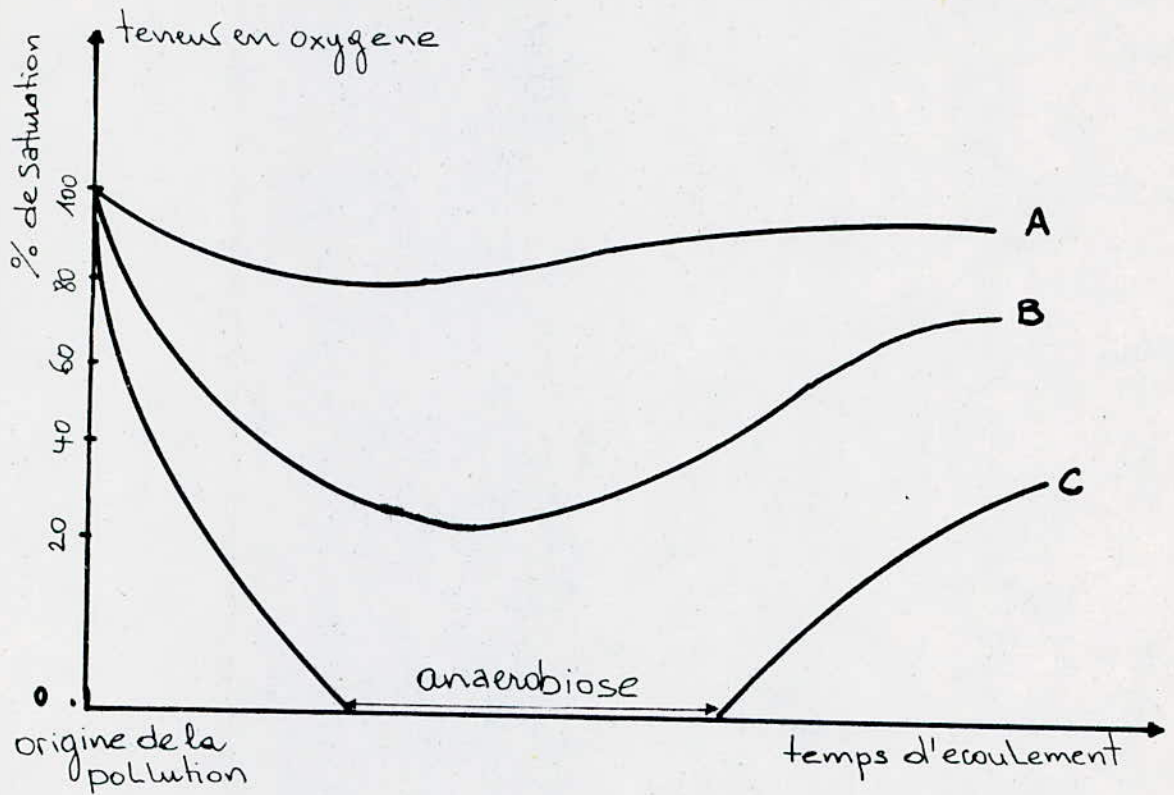


Fig 3: Variation des profils en oxygène d'une rivière
suivant l'importance de la pollution organique.

- A : pollution légère
- B : " importante
- C : " très forte pollution

(d'après Klein 1962)

Dans les cas de forte pollution organique , la teneur en oxygène pourra être nulle sur une certaine portion de cours d'eau ou domineront alors les conditions anaerobies. Fig 3

III.4. L'EFFET DE LA POLLUTION SUR LE MILIEU NATUREL

III.4.1. CATEGORIES DE POLLUTION

Les différentes sortes de pollutions provoquant une détérioration du milieu receveur (oued El Harrach) sont:

- Les pollutions mécaniques:

Les effluents industriels et urbains sont très chargés en matières en suspension qui ont plusieurs effets parmi lesquels une augmentation de la turbidité des eaux qui limitent la diffusion de la lumière donc la limitation de la photosynthèse .

- Les pollutions organiques:

Les effets de cette pollution conduisent à un appauvrissement du milieu en oxygène, celui-ci pouvant être complètement épuisé par les bactéries aérobies, cela entraîne une colmatation des fonds, une asphyxie des organismes vivants et une apparition des produits nocifs tels que: l'ammoniac et H_2S .

- Les pollutions minérales:

ON distingue la pollution par les substances toxiques ; telles que les métaux lourds et les détergents. La toxicité de ces substances se manifeste soit immédiatement par accumulation dans les tissus des organismes vivants, cette dernière est très fréquente et provoque la mortalité indirecte.

III.4.2. LES EFFETS DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE

a°) L'azote:

- Nitrates de nitrites:

Les nitrates n'ont pas semble t'il d'effet toxique sur la flore et la faune aquatique. Par contre en conjonction avec le phosphore, ils favorisent l'eutrophisation et donc une perturbation de l'équilibre biologique. Ils peuvent cependant dans certaines conditions, être réduits en nitrates et en ammoniac, qui eux sont nocifs.

A l'inverse, les nitrates sont très toxiques pour la faune.

- Ammonium :

L'effet toxique de l'ammonium s'exerce par la forme non dissociée l'ammoniac (NH_3) celle ci depend du PH et de la température. Or, il faut se rappeler que l'eutrophisation se traduit par une élévation du PH qui favorise la formation de NH_3 .

b°) Le phosphore:

Le principal inconvenient du phosphore est de favoriser l'eutrophisation des cours d'eau qui se traduit par un developpement excessif d'algues et une elevation du PH.

III.4.3. DIAGNOSTIQUE DES POLLUTIONS

On distingue deux types de pollution :

-Pollution aigues: elles entraînent une perturbation momentanée du milieu aquatique, par exemple à la sortie d'un rejet brusque de toxiques dans l'oued.

- Pollutions croniques: elles sont plus dangeureuses la Zoocenose disparaît progressivement et lentement le long de l'oued, ce qui est le cas pour les poissons par exemple les toxiques a dose non

immédiatement mortelle pour les poissons peuvent provoquer leur disparition en détruisant la couverture biologique de l'oued dans lequel ils vivent.

III.4.4. SEUIL DE TOLERANCE

Les pollutions sont caractérisées par des seuils de toxicité ou normes qui ne doivent pas être dépassées voir (Tab II).

CONCENTRATIONS LIMITES DU REJET DES EAUX

Milieu recepateur eaux de surface

Source : Cadat caisse algerienned'aménagement du territoire

FACTEURS	VALEURS LIMITES MAXIMALES	OBSERVATION
P . H	6,5 à 8,5	
Temperature	30°C	
M . E . S	20 mg Max 20/24 h	
D . B . O 5	30 mg Max 60/24 h	
D . C . O	90 mg / l	
Huiles et graisses	20 mg / l	
Hydrocarbures	10 mg / l	
Detergents	1 mg / l	à préciser suivant la nature du detergent.
Phosphates	2 mg/ l	
Nitrites NO_2^-	1 mg / l	
Nitriles NH_2	0,1 mg/l	
Nitrates NO_3^-	45 mg/l	
Pesticides	/	à preciser suivant la nature du camposé
Fluor	5 mg / l	
Chlore libre	0,05 mg/l	
Cyanures CN^-	0,01 mg/l	
Hydrogène sul furè	0,1 mg/l	
Arsenic	0,2 mg/l	
Chrome total	2 mg / l	
Mercuré	0,001 mg /l	

III.5. DESCRIPTION DU MODELE D'AUTO-EPURATION

But du modele:

Le but de ce modèle est de mettre en évidence les rôles respectifs de la dégradation des matières organiques et de la nitrification en tant que consommateurs d'oxygène en rivières, ce qui peut aider à l'interprétation des résultats de mesure en rivière. Il a pour but également de déterminer les valeurs limites de flux polluants, à ne pas excéder pour respecter les concentrations limites en oxygène et en ammonium.

Consomation d'oxygène par oxydation des matières organiques:

La cinétique d'oxydation, par voie biologique, est de l'ordre I

$$\frac{dL}{dt} = -K_1 L \dots \dots \dots (1)$$

L: concentration des matières organiques biodegradables mesurée par la D.B.O ultime carbonée, en mg/l au temps t.

K_1 : constante de vitesse de biodgradation des matières organiques en J^{-1}

Si l'on admet qu'il peut exister une autre cause de disparition des matières organiques que l'oxydation (sedimentation) et que cette disparition globale répond également à une cinétique d'ordre I

$$\frac{dL}{dt} = -K_R L \dots \dots \dots (2)$$

K_R : constante de vitesse de disparition globale de la matière organique en J^{-1}

par intégration :

$$L = L_0 e^{-K_R t} \dots \dots \dots (3)$$

L_0 : concentration initiale des matières organiques biodegradables (DBO ultime carbonée mg/l à $t=0$)

La consomation d'oxygène du fait de cette oxydation va avoir pour effet

d'augmenter le déficit en oxygène :

$$\frac{dD}{dt} = -K_2 D \dots\dots\dots (4)$$

D : deficit en oxygène (/ entre la concentration en oxygène à la saturation à la température de l'eau considérée, et la concentration présente au temps t).

Reaeration :

On admet que le transfert d'oxygène entre l'air et l'eau suit la loi de FICK ,c'est à dire que la vitesse de transfert d'oxygène de l'air dans l'eau est proportionnelle au déficit par rapport à la saturation

$$\frac{dD}{dt} = -K_2 D \dots\dots\dots (5)$$

K_2 : constante de vitesse de réaération en J^{-1} .

Consomation d'oxygène par nitrification:

On admettera que la cinétique de nitrification est le plus souvent d'ordre I .

La consomation d'oxygène due à la nitrification s'écrit donc:

$$\frac{dD}{dt} = 3,37 K_N [NH_4^+] \quad \text{nitrification} \quad \dots\dots (6)$$

K_N : constante de vitesse de la nitrification en J^{-1} .

Le coefficient 3,37 vient du fait que la nitrification de 1 mg de NH_4^+ necessite 3,37 mg d'oxygène (ou 1 mg de NH_4^+ necessite 4,3 mg d'oxygène)

La disparition de NH_4^+ s'exprime, quant à elle par:

$$\frac{d[NH_4^+]}{dt} = -K_{NR} [NH_4^+] \quad \text{disparition globale de } NH_4^+ \quad \dots\dots (7)$$

K_{NR} : constante de disparition de NH_4^+ en J^{-1} .

Ceci s'intègre entre le temps $t=0$ et le temps t en:

$$[NH_4^+] = [NH_4^+]_0 e^{-K_{NR}t} \dots\dots\dots (8)$$

Equation générale:

$$\frac{dD}{dt} = K_1 L + 4,3 K_N (NH_4^+) - K_2 D \dots\dots\dots (9)$$

apres intégration

$$D = \frac{K_1 L_0}{K_2 - K_R} (e^{-K_R t} - e^{-K_2 t}) + \frac{4,3 K_N (NH_4)_0}{K_2 - K_{NR}} (e^{-K_{NR} t} - e^{-K_2 t}) + D_0 e^{-K_2 t} \quad (*)$$

III.6 Approximation statique des analyses .

Coefficient de correction :

Ce coefficient est employé pour mesurer le degrés de corrélation linéaire entre deux variables X et Y. Généralement on veut savoir si, avoir établie une de n expériences (X,Y), on peut déterminer la valeur de Y en connaissant la valeur correspondante de X .

Le coefficient est calculé comme suit:

$$r = \sqrt{a_x a_y} \quad \text{ou}$$

$$a_x = \frac{\sum x_i y_i}{\sum x_i^2} \quad , \quad a_y = \frac{\sum x_i y_i}{\sum y_i^2}$$

Regression

La regression est une methode qui essaye d'établir un modèle mathématique pour une situation physique .Ou, si ce module est déjà connu , de calculer les paramètres qui suivent le mieux le modèle. On utilise la methode des moindres carrés pour déterminer les paramètres de ladroite qui décrit le mieu la relation entre X et Y .

supposons la droite $\hat{y} = mx + b$

X: une valeur déterminée

\hat{y} : une valeur calculée de Y

m et b: constante d'ajustement de la droite.

on choisi la droite tels que les écart ($\hat{y} - y$) soient les plus petites possibles.

$$m = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$b = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

X et Y: coordonnées des valeurs experimentales.

IV. DONNEES DE BASE

IV.1. PRESENTATION DE LA REGION

L'oued El Harrach est défini par 3 éléments morphologiques importantes:

- l'atlas tellien
- la plaine de Mitidja
- le Sahel.

Après avoir quitter l'atlas tellien ,l'oued coule dans la mitidja du sud au nord.

VERS le milieu de la plaine,il prend oued El Djemâa, qui est un affluent important et quitte l'atlas à l'est, près de l'ARBAA. Periodiquement, aux temps des pluies, les (2) fleuves en partie avec les flots torrentiels. Dans son cours ulterieur vers le nord oued El Harrach s'approche du Sahel et est écarté vers le nord-est.Par cela,il prend l'oued El Kerma qui vient de la région du Sahel,il est joint par l'affluent oued Smar venant de l'est. 3 Km plus loin d'el Harrach embouche dans la baie d'Alger.

IV.2. LES SOURCES DE POLLUTION DE L'OUED

- Introduction

L'oued El Harrach reçoit d'importants deversement d'effluents très pollués de la zone industrielle d'elHarrach et celle de Baraki, et de l'agglomération urbaine de Baraki.

Ces effluents presentent des aspects très varies et affectent l'équilibre biologique de l'oued, le cours d'eau d'El Harrach est devenu un véritable égout à ciel ouvert par les pollutions rejetées.

SOURCES INDUSTRIELLES

La zone industrielle, à l'heure actuelle, compte une quarantaine d'usines dont les principales sont:

- S.N.M.C (briqueterie)

Débit moyen estimé des eaux usées deversées $Q = 98 \text{ m}^3/\text{h}$ contenu en substances (argiles)

- S.N.IC (société nationale des industries chimiques) débit moyen des eaux usées $Q = 2 \text{ m}^3/\text{h}$ contenu en substances: pigments, huiles, goudres, HCl .

- S.A.TI (société d'application techniques industrielles) débit moyen des eaux usées deversées $Q = 520 \text{ m}^3/\text{J}$ contenu en substances: huile, produits chimiques.

- S.N.S (société nationale des sidérurgie) débit moyen des eaux des eaux usées deversées $Q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ contenu en substances : peintures, huiles, graisses, trichloroéthylène.

- Sonatrach (entreprise du caroubier), substances dans les eaux usées: traces des hydrocarbures.

- Sonatrach (entreprise d'equarrissage,) fabrication et conditionnement d'engrais. Débit moyen des eaux usées deversées $Q = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$

- Sonelec (cablerie électrique) débit des eaux usées moyen $Q = 150 \text{ l/h}$.

- Sonic (chlore) unité de Baba ALI fabrication de chlore, soude, caustique, hypochlorite de soude, acide chlorhydrique, débit des eaux usées moyen $Q = 50 \text{ m}^3/\text{h}$;

- Société nationale des industries de la cellulose (papeterie Baba Ali). Débit moyen des eaux usées deversées $Q = 2400 \text{ m}^3/\text{J}$. Contenu en substances: matières en suspension due au lavage du Halfproduits chimiques etc.....

- Société nationale des industries de la cellulose (papeterie d'El Harrach). Débit moyen d'eaux usées $Q = 9200 \frac{m^3}{J}$

Une partie des eaux polluées de cette zone est évacuée par le réseau d'assainissement, l'autre partie est directement déversée dans l'oued. Cette zone industrielle conduit à une pollution complexe que nous avons essayé d'estimer et de suggérer dans la mesure du possible les quantités et la nature .

- Sources urbaines :

L'oued El Harrach draine ainsi les effluents de la zone urbaine de Baraki. Cette ville connaît un développement économique.

Données par D.H.W etudes effectuées par COMEDOR.

IV.3. PRESENTATION DU TRONCON DE L'OUED ETUDIE ;

Le tronçon étudié se trouve à 10 Km de la ville d'El Harach et à 3 Km de la ville de Baraki, il est limité exactement :

- à l'amont par le pont Mustapha Meghouch .
- à l'aval par le village de Gué de Cōstantine .

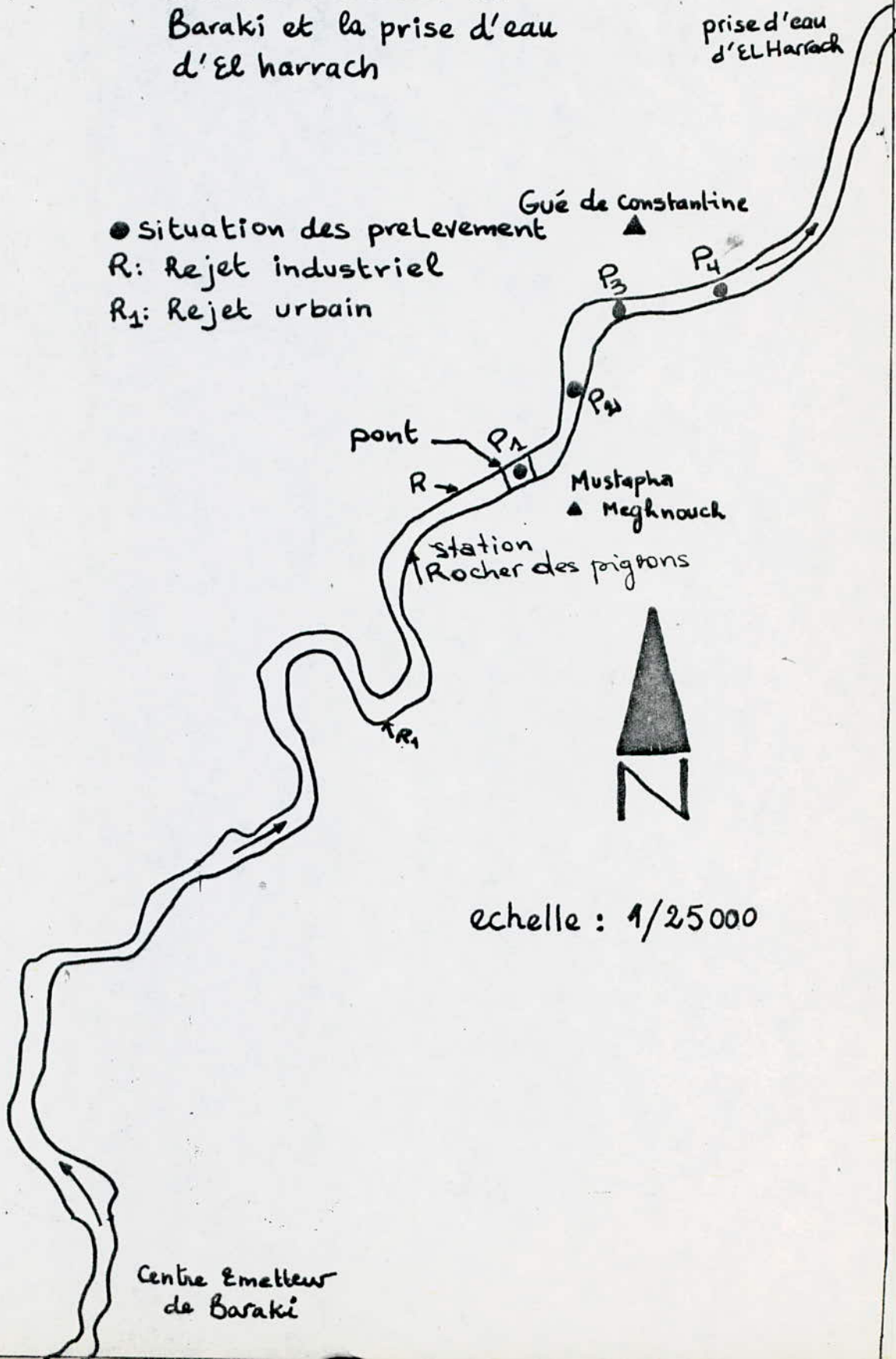
IV.4. HYDROCLIMATOLOGIE

- Climat :

Le cours d'eau d'El Harrach est situé sous une latitude à chaleur forte entraînant une forte évaporation non compensée par les précipitations. Aux mois de juillet et août, les précipitations sont nulles ou presque, la température de l'air est la plus élevée, l'évaporation est la plus forte et la durée de l'insolation dépasse quotidiennement la demi-journée. Ainsi le régime climatique contribue aux mois de Juillet et août à élever la pollution des eaux de l'oued, tandis que celle-ci est en hiver, la plus basse .

Oued El harrach entre:
Centre emetteur de
Baraki et la prise d'eau
d'El harrach

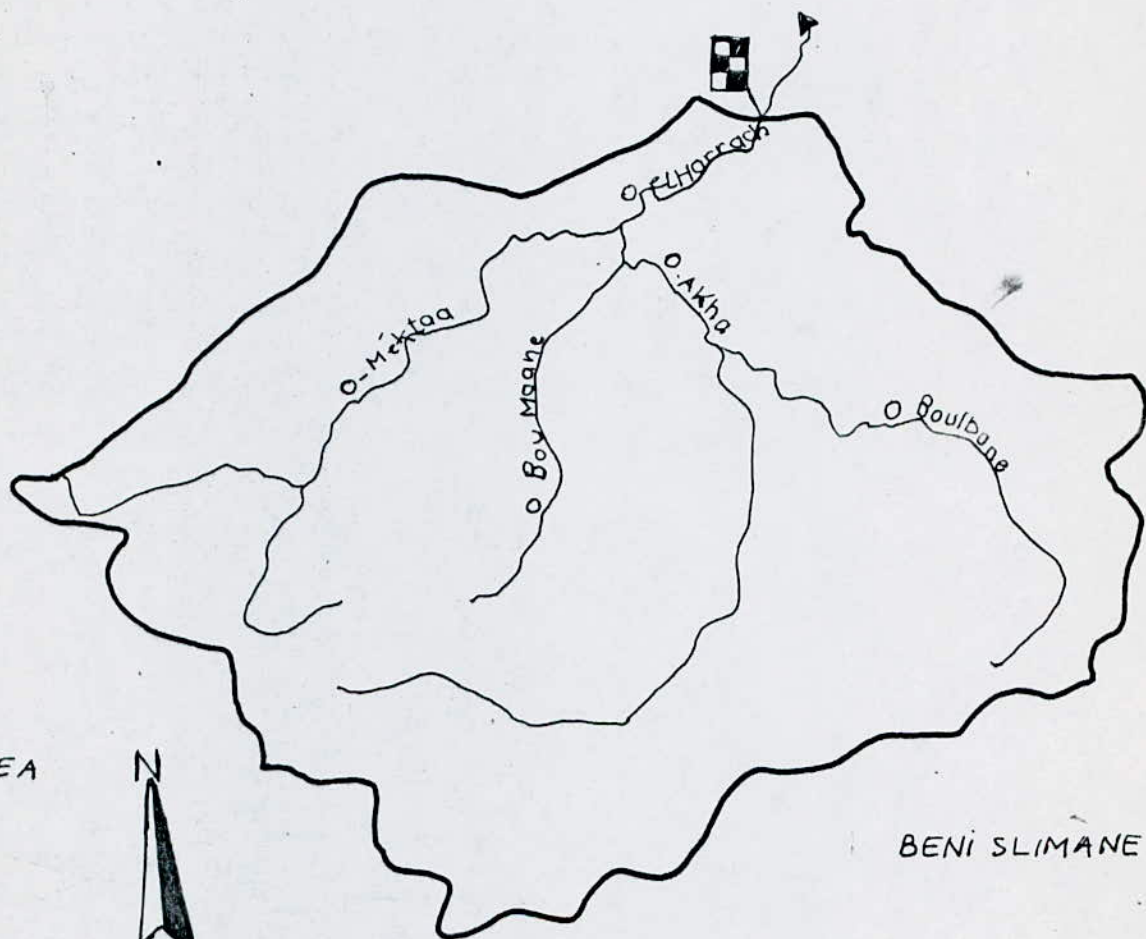
● Situation des prelevement
R: Rejet industriel
R₁: Rejet urbain



OUED EL HARRACH A ROCHER DES PIGEONS

BLIDA

TABLAT



MEDEA

BENI SLIMANE

0 1 2 3 4 5 km

- Pluviometrie :

Les précipitations dans la region d'Alger sont importantes et varient d'une années à l'autre (voir Tab 2)

- Hydrologie :

Les écoulements dans l'oued sont variables dans l'année avec un maximum en hiver et un minimum en été Août. La station du rocher des pigeons nous a permis de faire des lectures d'echelles aux jaugeages effectués par I.N.R. Afin d'estimer le débit d'écoulement et les vitesses. (voir TAB I).

V. PARTIE EXPERIMENTALE

V.1. MESURE DE LA POLLUTION

V.1.1. INTRODUCTION

La pollution de l'oued El Harrach causée par les rejets industriels et urbains est estimée en fonction du débit de ces rejets, de leur charges en pollution (organiques et minerales) et de la longueur du tronçon choisi. Le critère de pollution étant la nuisance apportée dans le cours d'eau recepneur, d'ou la détermination de la quantité d'oxygène disponible et la quantité des éléments toxiques est importante.

Cette mesure de pollution nous permettra par la suite d'évoluer :

- Les charges de pollution rejetées à partir des principaux paramètres: les matières en suspension, l'oxygène dissous, les matières organiques et minerales et les substances toxiques.
- La proposition d'un système d'épuration pour la biodegradation de ces pollutions et la préservation du milieu naturel.

V.1.2. PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

Le mode de prelevement et l'échantillonnage conditionne directement les résultats d'analyses .

Dece fait pour qu'une analyse donne des résultats valables, il faut que les prélèvements soient faits des conditions bien déterminées (choix des points et du temps du prélèvement) et que les échantillons ~~de~~ **dont on** veut déterminer les caractéristiques soient bien représentatifs.

V.1.3. CHOIX DES POINTS DE PRELEVEMENTS

Les points de prélèvements ont été choisis dans l'oued pour bien observer le comportement des pollutions dans le milieu naturel lui-même . Ces points de prélèvements sont au nombre de (4) répartis le long du tronçon choisi dans le sens normal d'écoulement en respectant pour chaque point la condition du bon mélange des pollutions dans le courant d'eau receptr .

Les points portent les symboles suivants :

P_1, P_2, P_3, P_4 (sens amont aval de l'oued).

- P_1 : est situé ~~en amont~~ **à** environ 30 m du rejet industriel et 800 m du rejet urbain .
- P_2 : est situé à 600 m de P_1
- P_3 : est situé à 1000 m de P_1
- P_4 : est situé à 1300 m de P_1

Situation des points de prelevements (voir carte) .

V.1.4. MODE DE PRELEVEMENT

Par faute de moyens adéquats à ce genre d'opération, nous avons procédé à un prélèvement manuel chaque semaine en essayant toujours de recueillir un échantillon bien représentatif du point de prélèvement considéré .

V.1. 5. MATERIEL

Les prelevements ont été faits dans des bouteilles en polyethylene de 1000 ml après un rinçage répété avec l'échantillon à examiner. La conservation est faite à une température de 4° C.

V.1.6. PLANNING DE TRAVAIL

Une série de prelevement d'eaux usées a été réalisée pendant une période de 7 semaines .

Les opérations se sont déroulées comme suit :

- Les prelevements (3,4,5) sont consacrés à l'étude de l'évolution de la pollution le long du tronçon .
- Les deux premiers prelevements nous en permis de délimiter le tronçon à étudier.(resultats voir annexe I)
- Le dernier prelevement est consacré à l'évolution de la pollution en fonction du temps.

V.1.7. ESSAI DE DEBIT

Dans l'impossible de faire une mesure du débit par jaugeage direct, par manque de moyens, on est basé alors sur les mesures faites sur la station rocher des pigeons par I.NR.H (voir Tab I).

Afin d'estimer les débits au niveau de nos points de prelevements.

Pour cela on procède de la façon suivante :

- 1°) On mesure la profondeur moyenne de chaque point de prelevement .
- 2°) A partir de la courbe tracée à l'aide des mesures recueillées $\log Q = f(\log H)$, on tire la vitesse moyenne d'écoulement.

V.1.8. PRINCIPE DES ANALYSES

V.1.8.1. MESURE DE LA TEMPERATURE

La température a été mesurée à chaque prélèvement à l'aide d'un thermomètre .

V.1.8.2. MESURE DU PH

Le PH a été mesuré au laboratoire par un PH mètre.

V.1.8.3. MESURE DE LA CONDUCTIVITE

La conductivité a été mesurée au laboratoire par un conducti-
~~vité~~-mètre ,cette dernière étant variable avec la température, nous
avons effectué une correction de température .

V.1.8.4. Mesure de MES à 105° et 600°

L'eau est filtrée, puis le filtrat est séché à 105°C pendant
environ 3 heures puis pesé . On agit de même avec une température
600°C pendant 15 minutes .

V.1.8.5. MESURE DE RESIDU SEC A 105° ET 600°

Il nous renseigne sur la composition en matières organiques
et inorganiques. Il s'obtient par évaporation dans une capsule tarée
d'un volume connu d'eau et ensuite séchage dans une étuve à 105°C,
puis calcination à 600°C .

V.1.8.6. MESURE DE NITRATES

Les nitrates ont été dosé **colorimétriquement** à l'aide d'un
spectrophotomètre. **La méthode appliquée est celle au salicylate de**
sodium. Les nitrates en présence de salicylate de sodium donnent du
peronitrosalicylate de sodium coloré en jaune .

V.1.8.7. MESURE DE NITRITES

L'acide sulfanilique en milieu chlorhydrique, en présence d'~~ion~~ ammonium et de phénol, forme avec les ions NO_2^- un complexe coloré "jaune" dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites et susceptible d'un dosage colorimétrique.

V.1.8.8. MESURE D'AZOTE TOTAL KJELDAHL (ATK)

Le dosage de l'azote kjeldhal permet la détermination de l'~~azo-~~
~~te organique~~ et ammoniacal présent, mais ne dose pas l'azote des nitrates et des nitrites. Les matières organiques sont détruites avec de l'acide sulfurique et un catalyseur. Pendant la destruction, l'azote organique est transformé en azote ammoniacal.

L'ammoniaque formé pendant la destruction et celui déjà présent dans le milieu sont distillés en milieu alcalin et recueilli dans un tampon borique, puis titré par une solution d'acide sulfurique.

V.1.8.9. MESURE DE L'AZOTE AMMONIACAL

L'ammoniaque a été dosé par acidétrie. Quand la teneur en azote ammoniacal est assez élevée (supérieur à 5 mg/l), on peut doser NH_3 dans le distillat, par addition d'un acide fort, de normalité connue.

V.1.8.10. MESURE DES ORTHOPHOSPHATES

Les orthophosphates ont été dosés calorimétriquement, à l'aide d'un spectrophotomètre. On utilise la méthode de molybdate d'ammonium en présence d'acide ascorbique.

V.1.8.II MESURE DE L'OXYGENE DISSOUS

On utilise la méthode de WINKLER. Cette méthode d'oxydo-réduction comporte trois étapes :

- Oxydation de l'hydroxyde manganoux, en milieu basique, par l'oxygène dissous.
- Réduction de l'hydroxyde de Mn^{IV} formé par l'iodure de potassium KI, en milieu acide et libération d'iode .
- Dosage de l'iode libéré par le thiosulfate de sodium, de normalité connue, en présence d'amidon .

V.1.8.I2 MESURE DE LA D.C.O

La D.C.O sert à mesurer la totalité des matières organiques et minérales oxydables à l'exception de certains composés aromatiques (benzène). L'oxydation est effectuée dans des conditions énergétiques par voie chimique . Elle se fait sous l'action d'un oxydant puissant (bichromate de potassium), en milieu acide fort (H_2SO_4) et au reflux pendant 2 heures. Dans ces conditions, la plus part des matières organiques sont oxydées en CO_2 et H_2O . Cette oxydation est conditionnée par l'ajout dans l'échantillon de sulfate d'argent jouant un rôle de catalyseur d'oxydation ; ainsi que le sulfate de mercure qui est un agent complexant des chlorures .

L'excès de dichromate est titré avec une solution de fer et d'ammonium.

V.1.8.I3. MESURE DE L'OXYDABILITE AU $KMnO_4$

L'oxydabilité au $KMnO_4$ est la quantité de permanganate nécessaire à l'oxydation modérée, en milieu acide, des matières reductrices contenues dans un litre d'eau. L'oxydabilité permet de déterminer approximativement la dilution nécessaire pour la mesure d'une D.B.O ₅

V.I.8.14 MESURE DE LA D.E.O₅

L'oxygène nécessaire à l'oxydabilité biologique de la matière organique .

La dilution de l'échantillon doit être telle qu'au bout de 5 jours la concentration en oxygène dissous soit encore égale à la moitié de la concentration initiale , ceci afin d'éviter les fermentations anaérobies qui fausseraient les résultats.

Cette dilution est déterminée approximativement par une mesure préalable de l'oxydabilité au permanganate.

TAB : 1
Station Rocher des pigeons
jaugeages I.N.R.H

Dates	H _{moy} (cm)	Q _{moy} (m ³ /s)	U _{moy} (m/s)	Dates	H _{moy} (cm)	Q _{moy} (m ³ /s)	U _{moy} (m/s)
7-1-85	37	7,620	0,850	5-6-85	33	3,162	0,543
19-1-85	36	8,460	0,986	11-6-85	28	2,084	0,741
27-1-85	42	6,250	0,918	17-6-85	25	1,820	0,511
6-2-85	34	2,950	0,572	25-6-85	26	1,188	0,540
13-2-85	31	5,575	0,850	8-7-85	23	1,109	0,539
20-2-85	30	3,085	0,633	16-7-85	19	0,905	0,460
27-2-85	29	4,055	0,723	21-7-85	18	0,646	0,462
6-3-85	38	9,310	1,114	28-7-85	22	0,626	0,437
7-3-85	47	22,720	1,829	6-8-85	17	0,647	0,443
10-3-85	51	28,760	1,807	13-8-85	21	0,554	0,334
13-3-85	47	23,000	1,560	20-8-85	20	0,478	0,437
30-3-85	34	9,540	1,041	28-8-85	20	0,445	0,373
9-4-85	41	5,740	1,023				
17-4-85	34	5,045	0,787				
23-4-85	47	3,285	0,718				
7-5-85	35	3,290	0,714				
13-5-85	38	6,585	0,903				
19-5-85	34	3,840	0,768				
28-5-85	25	3,162	0,714				

TAB: 2
Precipitation Region d'alger

I.N.R.H

Mois années	sept	oct	nov	dec	Jan	fev	mars	Avr	mai	juin	juillet	Août	moyenne annuelle
mm 83-84	0,0	20,2	34,8	77,8	142,8	153,0	51,2	85,6	128,6	9,7	0,0	0,0	58,64
mm 84-85	18,1	199,4	49,1	143,5	98,4	56,6	237,9	37,1	149,3	7,0	0,0	0,0	83,04

RESULTATS D'ANALYSES

DATE DE PRELEVEMENT :		12 - 11 - 1985			
Points et Parametres	Heures	P 1 9h 30	P 2 9h 48	P 3 10h 05	P 4 10h 20
Temperature (C°)		18	17,7	17,6	17,6
Profondeur moy (Cm)		40	27	24	14
P H		7,2	7,25	7,15	7,45
Conductivité 20° (US/ Cm)		2966,7	2939,5	2940,4	2910,0
Oxygène dissous (mg /l)		1,9	0,7	2,4	6,2
% de Saturation		19,3	7,1	24,7	64,2
Azote nitrique NO ₃ (mg /l)		1,64	1,56	1,80	1,24
Azote nitreux NO ₂ (mg /l)		0,58	0,56	0,67	0,68
Azote Ammoniacal NH ₄ ⁺ (mg /l)		3,36	2,80	2,24	1,12
Azote Total Kjeldahl T K (mg /l)		34	32	26	18
Azote Organique (mg /l)		30,64	29,20	23,76	16,76
Orthophosphates P ₀₄ ³⁻ (mg /l)		5,00	5,53	5,43	4,70
K Mn O ₄ (mg /l de O ₂)		25,14	18,86	33,71	32,57
D C O (mg /l)		868	812	772	400
D B O ₅ (mg /l)		123	83	60	47

RESULTATS D'ANALYSES

DATE DE PRELEVEMENT	: 16 - 11 - 1985			
Points et Heures	P 1 11h 40 ⁻	P 2 11h 58 ⁻	P 3 12h 15 ⁻	P 4 12h 30 ⁻
Temperature (°C)	18,4	18,4	18,5	18,7
Profondeur moy (Cm)	37	26	19	12
P H	7,55	7,50	7,50	7,60
Conductivité 20°C (US / Cm)	2463	2332	2538	2423
Oxygène dissous (mg/l)	4,2	3,7	3,5	7,8
% de Saturation	40,7	39,1	33,9	79,9
Azote nitrique NO ₃ ⁻ (Mg/l)	5,04	5,31	5,31	5,60
Azote nitreux NO ₂ ⁻ (Mg/l)	0,089	0,092	0,092	0,095
Azote Ammoniacal NH ₄ ⁺ (Mg/l)	6,72	7,84	7,28	6,72
Azote Total Kjeldahl A T K (Mg/l)	18,5	16,0	18,0	14,0
Orthophosphates PO ₄ ³⁻ (Mg/l)	7,47	7,10	5,73	5,00
KMn O ₄ (mg/l de O ₂)	14,57	18,42	17,57	16,71
D C O (mg/l)	890	/	/	700
D B O ₅ (mg/l)	115,4	/	/	80,7
Azote Organique (mg/l)	11,78	8,16	10,72	7,28

RESULTATS D'ANALYSES

DATE DE PRELEVEMENTS : 26 - 11 - 1985					
Points et Paramètres	Heures	P 1 9h 30 ^m	P 2 9h 55 ^m	P 3 10h 15 ^m	R 4 10h 30 ^m
Temperature (°C)		15,5	15,6	15,7	15,7
Profondeur moy (Cm)		51	40	35	23
P H		8,10	8,20	8,20	8,15
Conductivité 20°C(US/Cm)		2018	1953	1953	2038
Oxygène dissous (Mg/l)		3,30	1,30	4,00	3,66
% de Saturation		35	14	42	39
Azote nitrique NO ⁻³ (mg/l)		5,00	5,32	4,50	5,46
Azote nitreux NO ⁻² (mg/l)		0,084	0,081	0,078	0,087
Azote Ammoniacal NH ⁺⁴ (mg/l)		16,40	8,40	5,65	5,62
Azote Total Kjeldahl A T K (mg /l)		26,00	17,00	12,00	11,55
Azote Organique (mg /l)		9,60	8,60	6,35	5,93
Orthophosphates P O ⁻³ 4 (mg /l)		2,50	2,10	2,07	1,83
K M n ⁰ 4 (mg / de ⁰ 2)		19,33	12,00	8,67	8,00
D . C . O (mg /l)		950	835	600	4540
D B ⁰ 5 (mg/ l)		175	105	86	83

RESULTATS D'ANALYSES

Date de prélèvement : 7.12.85 Point de prélèvement : P1				
Heures	8 H 20	9 H 25	10 H 30	11 H 20
Paramètres				
Température (°c)	12.5	12.5	12.8	13.0
Vitesse moyenne (cm/s)	117	117	117	117
P H	7.57	7.48	7.30	6.85
Azote nitrique NO_3 (mg/l)	0.12	0.05	0.10	0.21
Azote nitreux NO_2 (mg/l)	0.052	0.055	0.058	0.056
Azote ammoniacal NH_4^+ (mg/l)	17.92	8.96	7.84	7.28
Orthophosphates PO_4^{--} (mg/l)	1.47	1.33	1.27	1.27
D.C.O. (mg/l)	625	540	115	160
D.B.O.5 (mg/l)	61	44	35	65
Matières solides totales RS 105°c (mg/l)	5440	8590	5960	5460
Matières solides totales volatiles 600°c (mg/l)	1800	1950	2010	1916
Matières en suspension M.E.S. 105°c (mg/l)	3000	4200	4880	4460
Matières volatiles M.V.S. 600°c (mg/l)	1839	1547	1731	1415
Matières dissoutes 105°c (mg/l)	2050	2720	1250	2100

RESULTATS D'ANALYSES

Date de prélèvement : 7.12.85 Point de prélèvement : P ₂				
Heures	8 H 40	9 H 42	10 H 43	11 H 30
Parametres				
Température (°c)	12.5	12.5	12.8	13.2
Vitesse moyenne (cm/s)	101	101	101	101
P H	7.30	7.10	7.18	6.65
Azote nitrique NO_3^- (mg/l)	0.28	0.12	0.16	0.20
Azote nitreux NO_2^- (mg/l)	0.051	0.058	0.052	0.055
Azote ammoniacal NH_4^+ (mg/l)	10.08	6.72	6.72	5.60
Orthophosphates PO_4^{--} (mg/l)	1.87	1.32	1.10	1.10
D.C.O. (mg/l)	676	306	158	42
D.B.O.5 (mg/l)	56	40	28	36
Matières solides totales RS 105°C (mg/l)	4960	6420	5970	8000
Matières solides totales volatiles 600°C (mg/l)	1500	1360	1678	1800
Matières en suspension M.E.S. 105°C (mg/l)	2139	4420	2176	4020
Matières volatiles M.V.S. 600°C (mg/l)	1600	1468	1310	1328
Matières dissoutes 105°C (mg/l)	1000	1982	2180	2700

RESULTATS D'ANALYSES

Date de prélèvement : 7.12.85				
Point de prélèvement : P ₃				
Heures	8 H 50	9 H 51	10 H 52	11 H 40
Paramètres				
Température (°c)	12.4	12.8	12.9	13.1
Vitesse moyenne (cm/s)	97	97	97	97
P H	7.42	7.50	8.90	6.95
Azote nitrique NO ₃ (mg/l)	0.30	0.20	0.23	0.26
Azote nitreux NO ₂ (mg/l)	0.049	0.061	0.049	0.058
Azote ammoniacal NH ₄ ⁺ (mg/l)	2.56	4.48	3.36	1.20
Orthophosphates PO ₄ ^{- -} (mg/l)	1.20	1.27	1.15	0.96
D.C.O. (mg/l)	432	136	88	200
D.B.O.5 (mg/l)	36	33	35	38
Matières solides totales RS 105°c (mg/l)	4020	5720	5030	6840
Matières solides totales volatiles 600°c (mg/l)	1946	2100	1100	2020
Matières en suspension M.E.S. 105°c (mg/l)	2020	3720	3840	3847
Matières volatiles M.V.S. 600°c (mg/l)	1200	1190	1250	1050
Matières dissoutes 105°c (mg/l)	1965	1843	1522	1951

RESULTATS D'ANALYSES

Date de prélèvement : 7.12.85 Point de prélèvement : P ₄				
Heures	9 H 00	10 H 05	11 H 04	11 H 50
Paramètres				
Température (°c)	12.5	12.8	11.8	13.0
Vitesse moyenne (cm/s)	85	85	85	85
P H	7.27	7.10	6.90	6.95
Azote nitrique NO_3^- (mg/l)	0.33	0.12	0.42	0.35
Azote nitreux NO_2^- (mg/l)	0.055	0.055	0.061	0.055
Azote ammoniacal NH_4^+ (mg/l)	1.68	2.24	1.68	1.12
Orthophosphates PO_4^{--} (mg/l)	0.70	1.26	1.10	1.05
D . C . O . (mg/l)	84	56	40	12
D.B.O.5 (mg/l)	15	12	5	7
Matières solides totales RS 105°c (mg/l)	4139	4026	5120	4000
Matières solides totales volatiles 600°c (mg/l)	1422	968	1330	1500
Matières en suspension M.E.S. 105°c (mg/l)	3640	2962	3640	2938
Matières volatiles M.V.S. 600°c (mg/l)	1120	980	1042	990
Matières dissoutes 105°c (mg/l)	1980	2000	2970	1946

POINTS	D A T E S	$\frac{D C O}{D B 05}$	$\frac{D B O}{P 034}$	$\frac{A T K}{P 034}$	$\frac{N H^+}{P 034}$
P . 1	12.11.1985	7,06	24,6	6,80	0,67
	16.11.1985	7,71	15,45	2,48	0,90
	26.11.1985	5,40	70	10,40	6,56
	07.12.85	3,28	41,50	-	5,72
P . 2	12.11.1985	9,78	15,01	5,79	0,51
	16.11.1985	-	-	2,25	1,10
	26.11.1985	8,00	50,00	8,09	4,00
	07.12.1985	1,67	29,95	-	5,39
P 3	12.11.1985	12,87	11,05	4,79	0,41
	16.11.1985	-	-	3,14	1,27
	26.11.1985	6,6	44	5,79	2,70
	07.12.1985	2,51	30,00	-	3,07
P 4	12.11.1985	8,51	10,00	3,83	0,24
	16.11.1985	8,67	16,14	2,80	1,34
	26.11.1985	6,35	45,36	6,55	3,06
	07.11.1985	1,71	21,43	-	2,40

Points des relevéments	TENEURS EN MG/L															
	12. 11 . 85				16. 11 . 85				26 . 11 . 85				07 . 12 . 85			
	NH ⁺ ₄	NO ⁻ ₃	NO ⁻ ₂	PO ⁻³ ₄	NH ⁺ ₄	NO ⁻ ₃	NO ⁻ ₂	PO ⁻³ ₄	NH ⁺ ₄	NO ⁻ ₃	NO ⁻ ₂	PO ⁻³ ₄	NH ⁺ ₄	NO ⁻ ₃	NO ⁻ ₂	PO ⁻³ ₄
P ₁	3,36	1,64	0,58	5,00	6,72	5,04	0,089	7,47	16,40	5,00	0,084	2,50	10,50	0,12	0,055	1,33
P ₂	2,80	1,56	0,56	5,53	7,84	5,31	0,092	7,10	8,40	5,32	0,081	2,10	7,35	0,19	0,054	1,35
BILAN P ₁ - P ₂	-0,56	-0,08	-0,02	0,53	1,12	0,27	0,003	-0,37	-8,00	6,32	-0,003	-0,40	-3,15	0,07	-0,001	0,02
P ₂	2,80	1,56	0,56	5,53	7,84	5,31	0,092	7,10	8,40	5,32	0,081	2,10	7,35	0,19	0,054	1,35
P ₃	2,24	1,80	0,67	5,43	7,28	5,31	0,092	5,73	5,65	4,50	0,078	2,07	2,90	0,25	0,054	1,15
BILAN P ₂ - P ₃	-0,56	0,24	0,11	-0,10	-0,56	0	0	-1,37	-2,75	-0,82	-0,003	-0,03	-4,45	0,06	0	0,20
P ₃	2,24	1,80	0,67	5,43	7,28	5,31	0,092	5,73	5,65	4,50	0,078	2,07	2,90	0,25	0,054	1,15
P ₄	1,12	1,24	0,68	4,70	6,72	5,60	0,095	5,00	5,62	5,46	0,087	1,83	1,68	0,31	0,056	1,03
BILAN P ₃ - P ₄	-1,12	-0,56	0,01	-0,73	-0,56	0,29	0,003	-0,73	-0,03	0,96	0,009	-0,24	-1,22	0,06	0,002	-0,12

TABLEAU - RECAPITULATIF

N - NH₄ , N - NO₃ , N - NO₂ , P - P O₄

[mg/l]

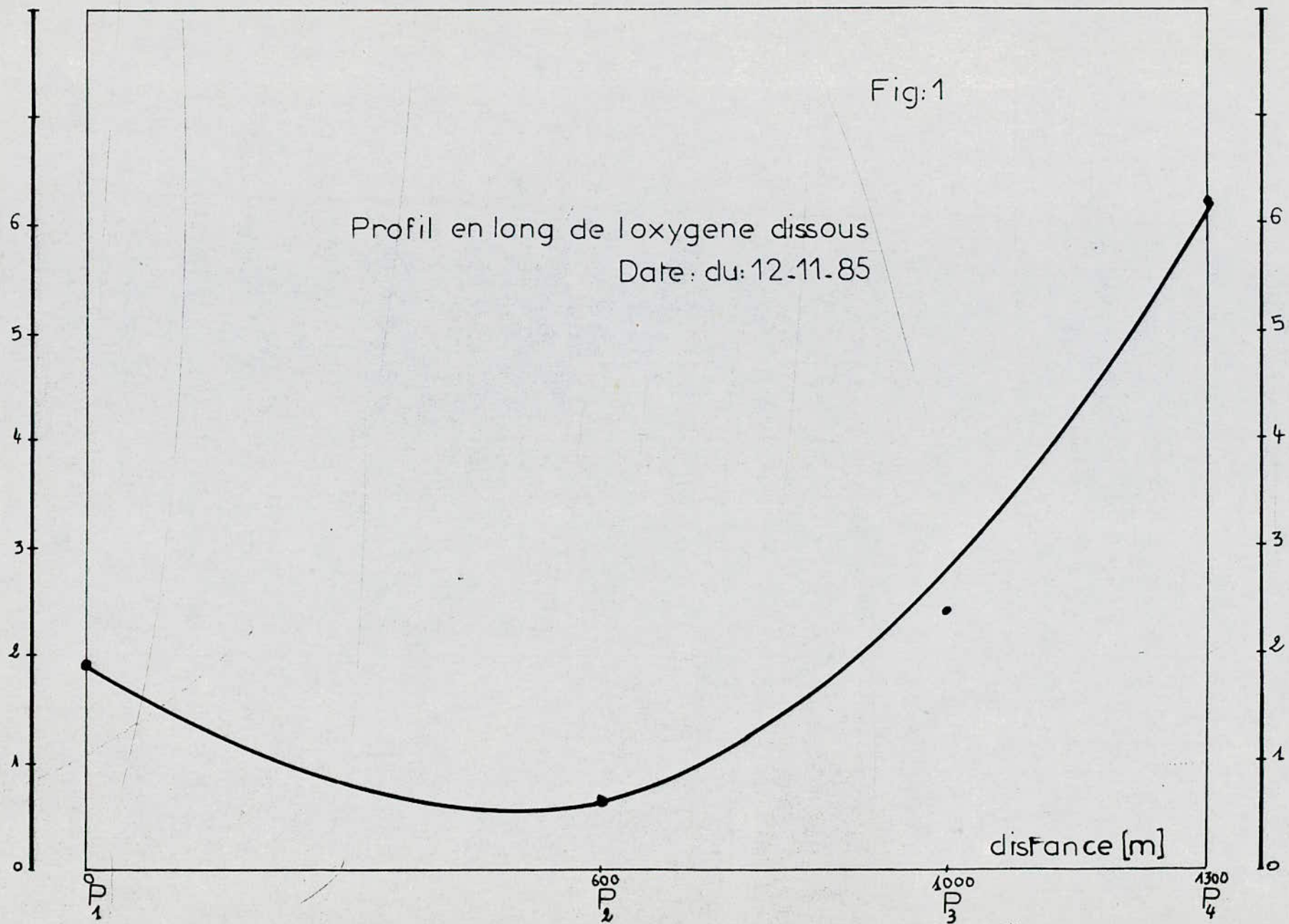


Fig:2
Correlation entre DBO₅ et DCO

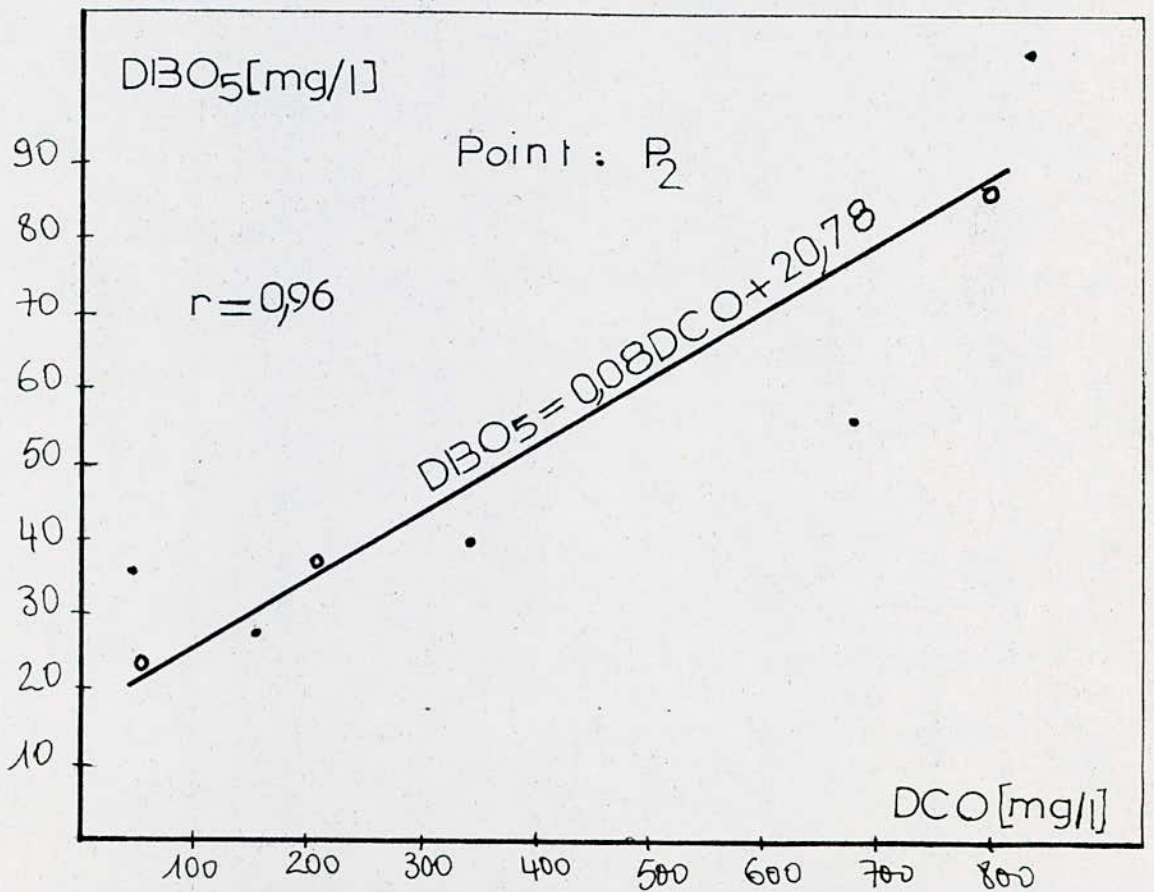
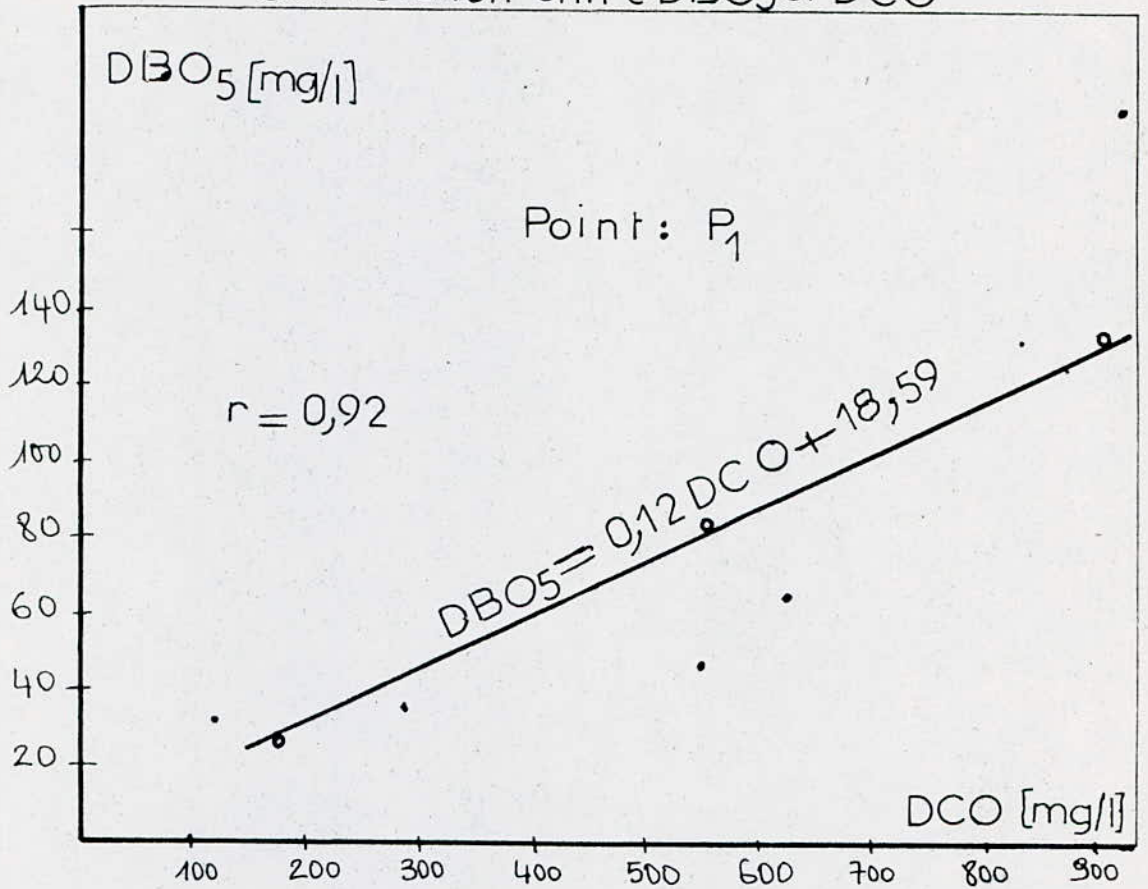


Fig:3
Correlation entre DBO5 et DCO

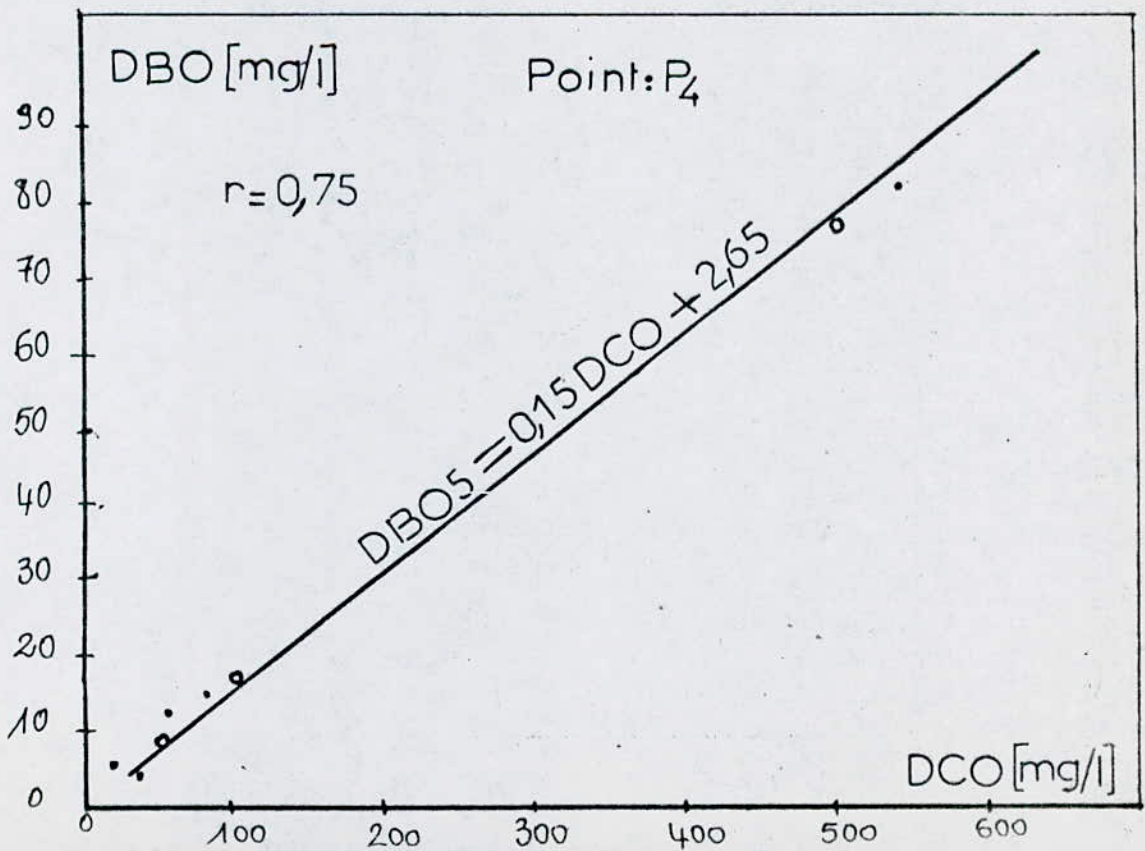
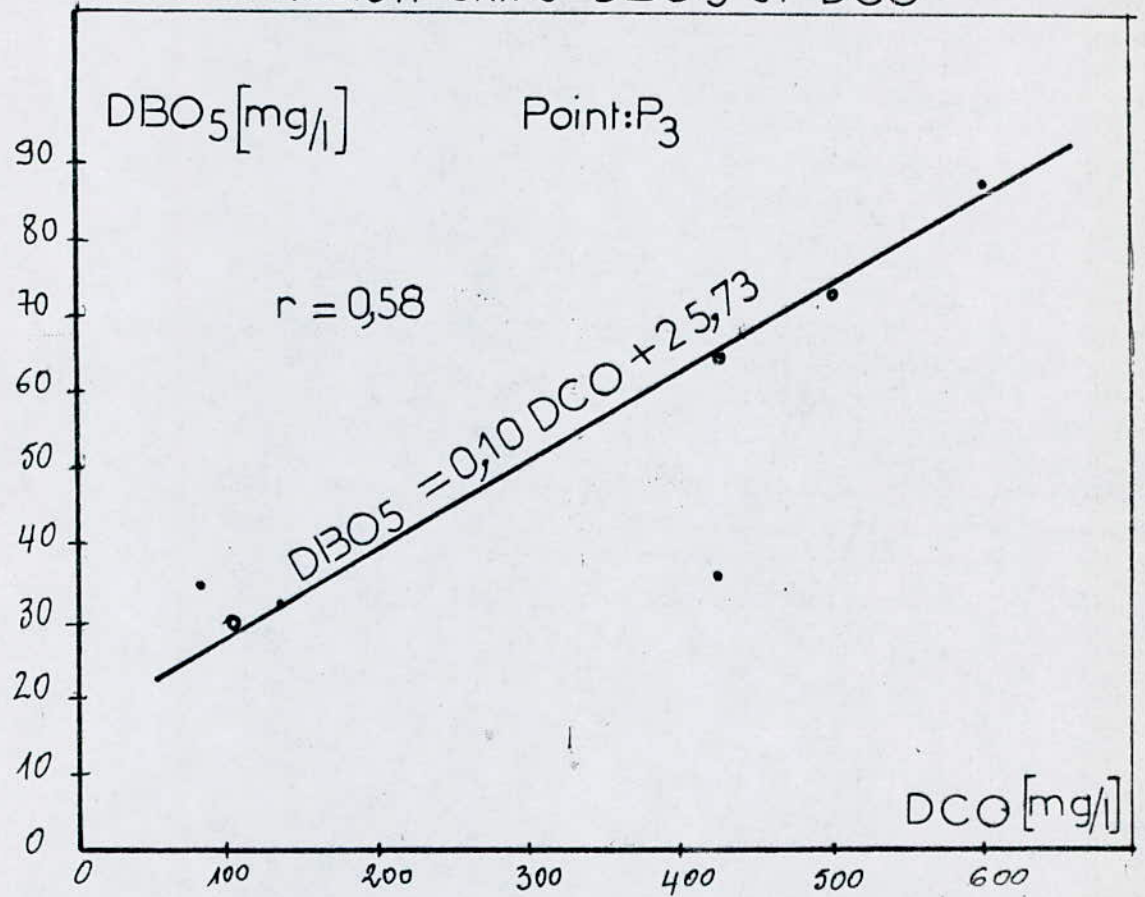
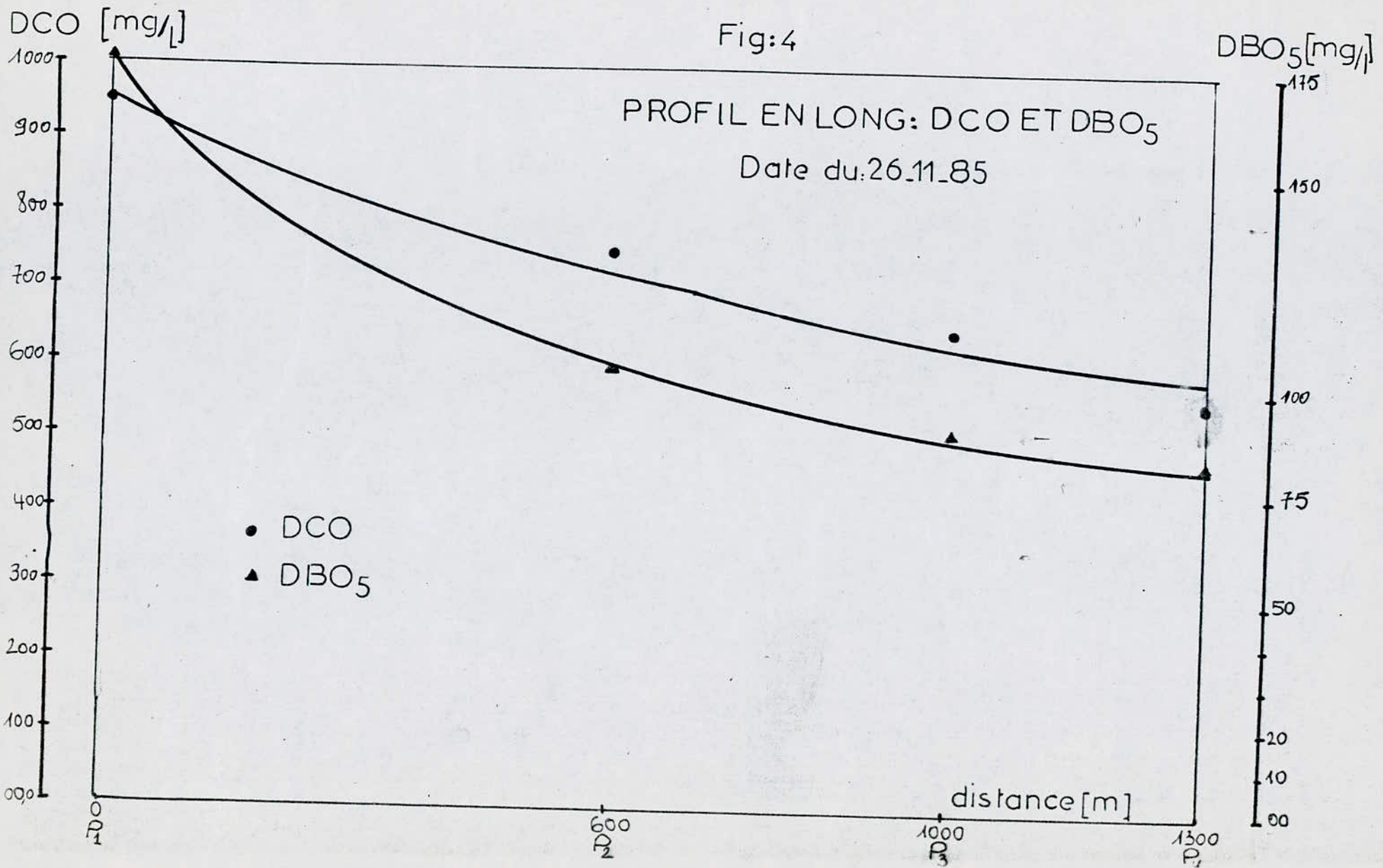


Fig:4

PROFIL EN LONG: DCO ET DBO₅
Date du:26.11.85



DCO [mg/l]

Fig:5

DBO₅ [mg/l]

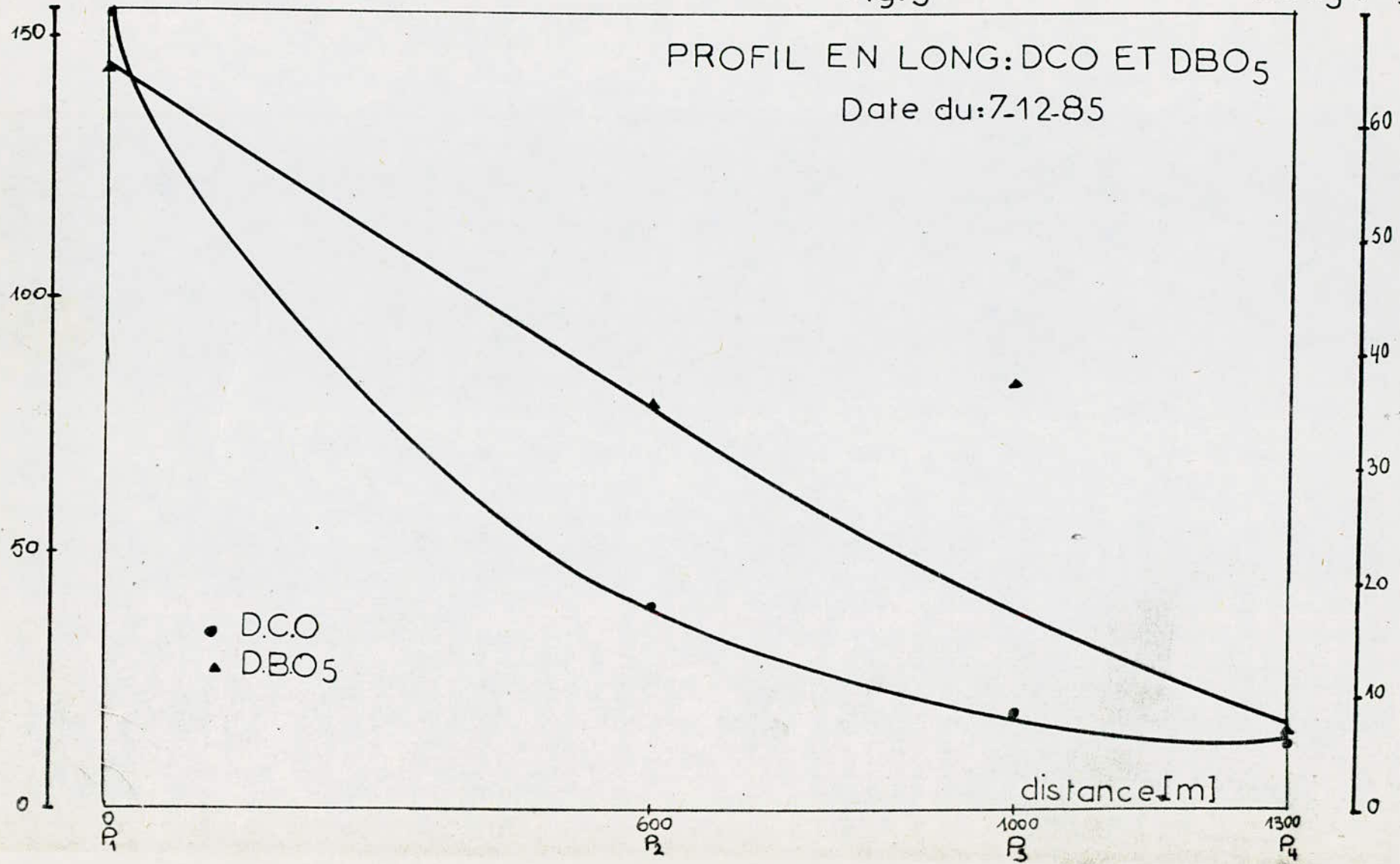


Fig:6

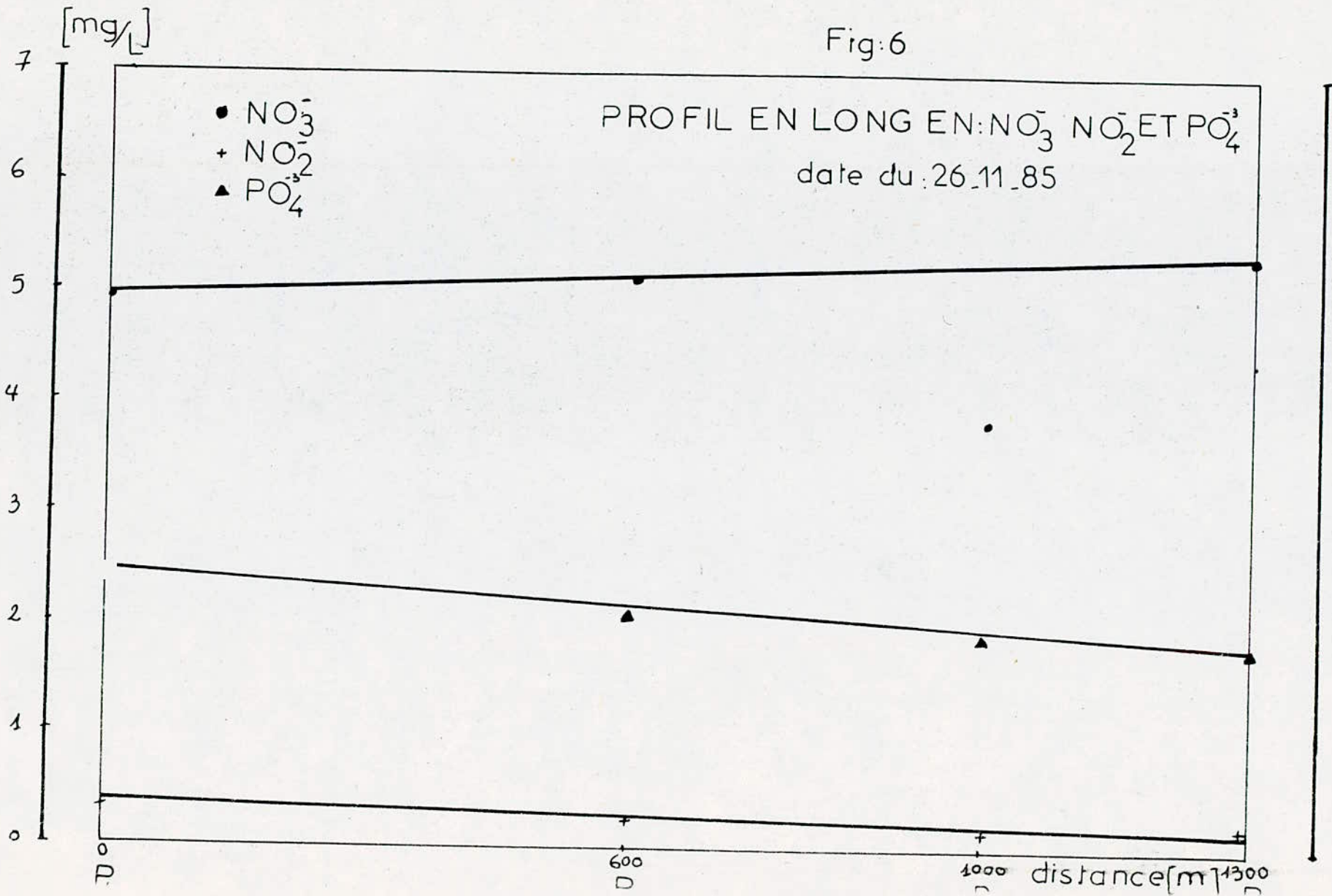


Fig:7

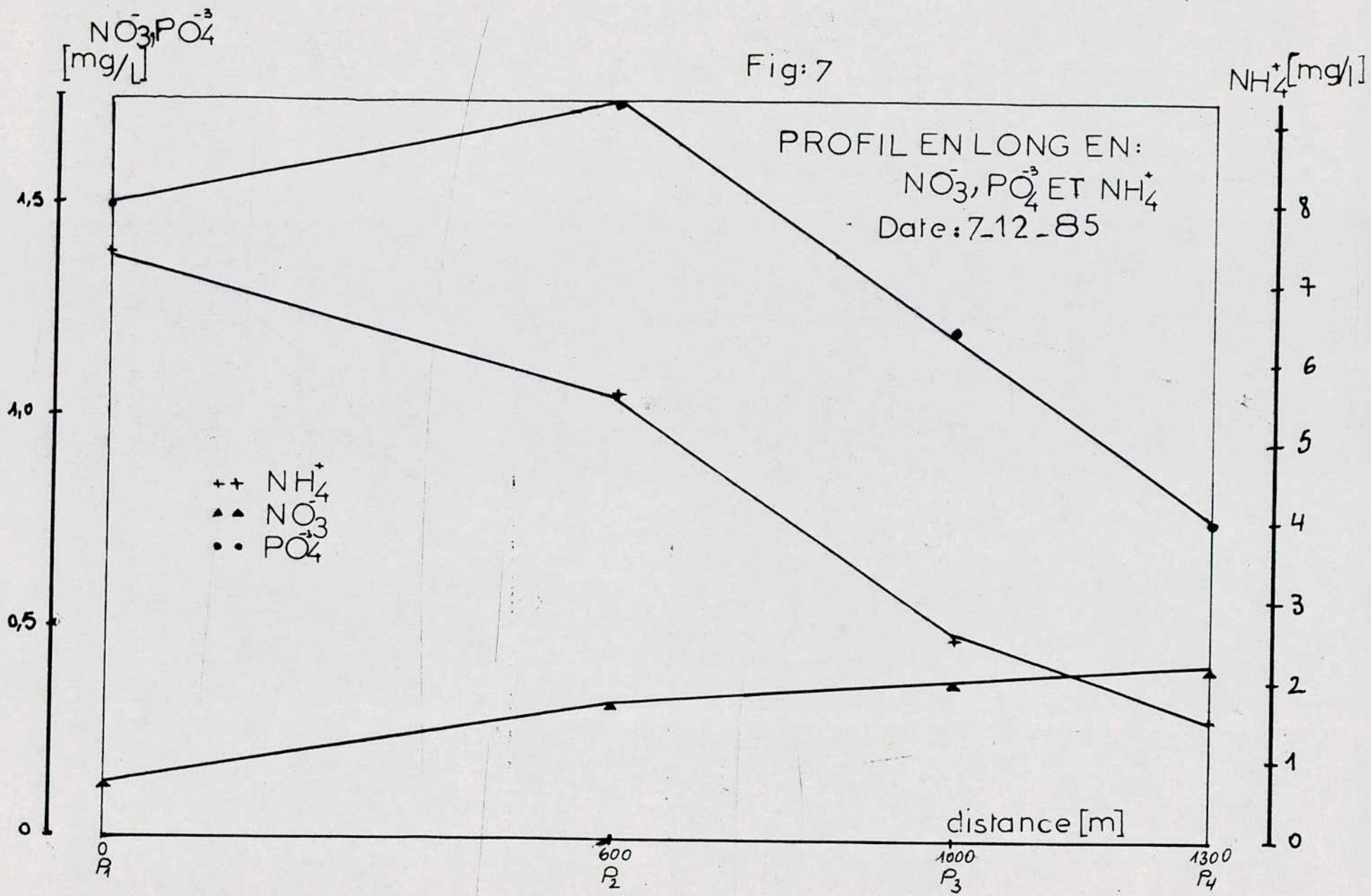


Fig:8

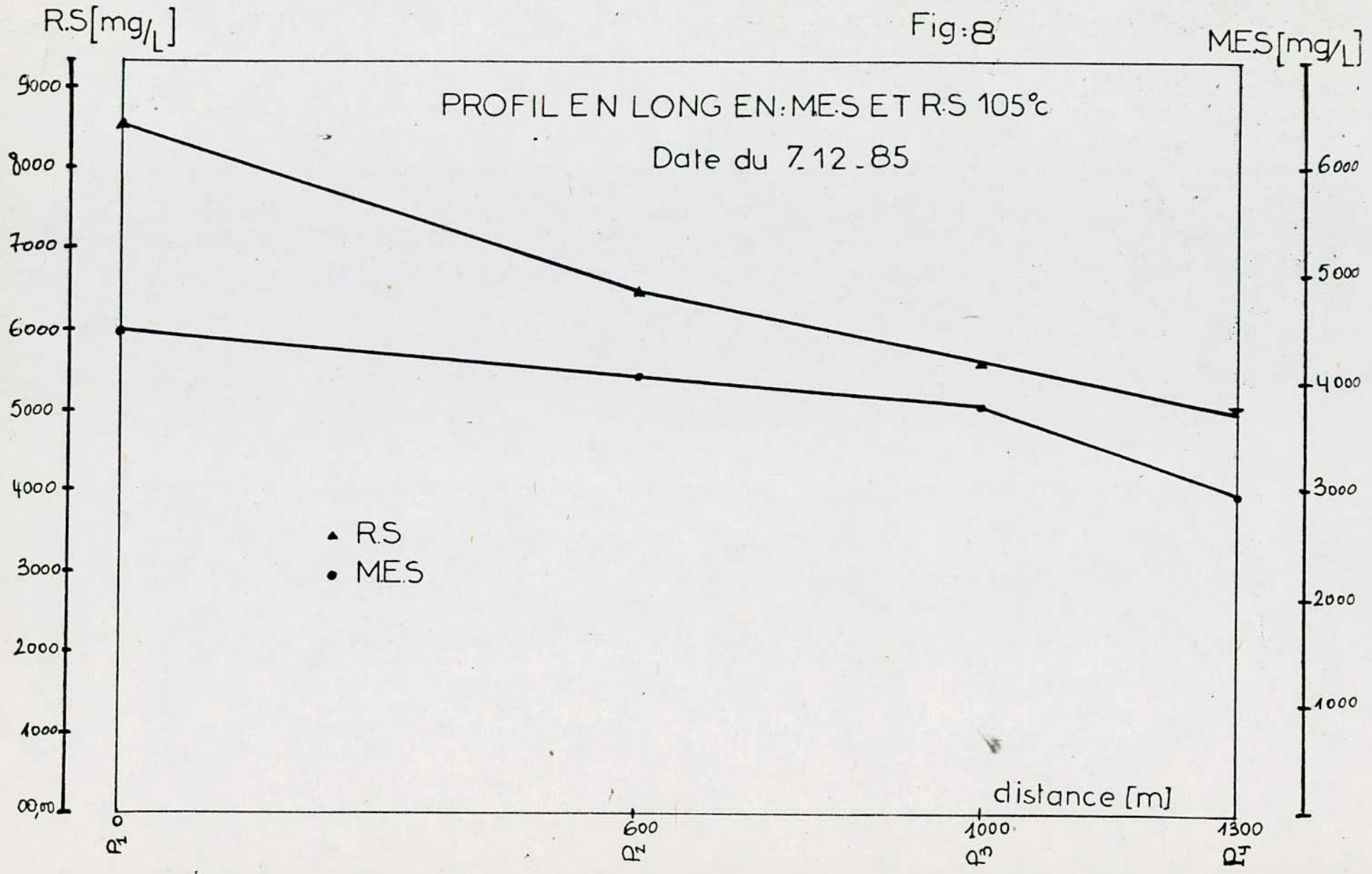


Fig:9

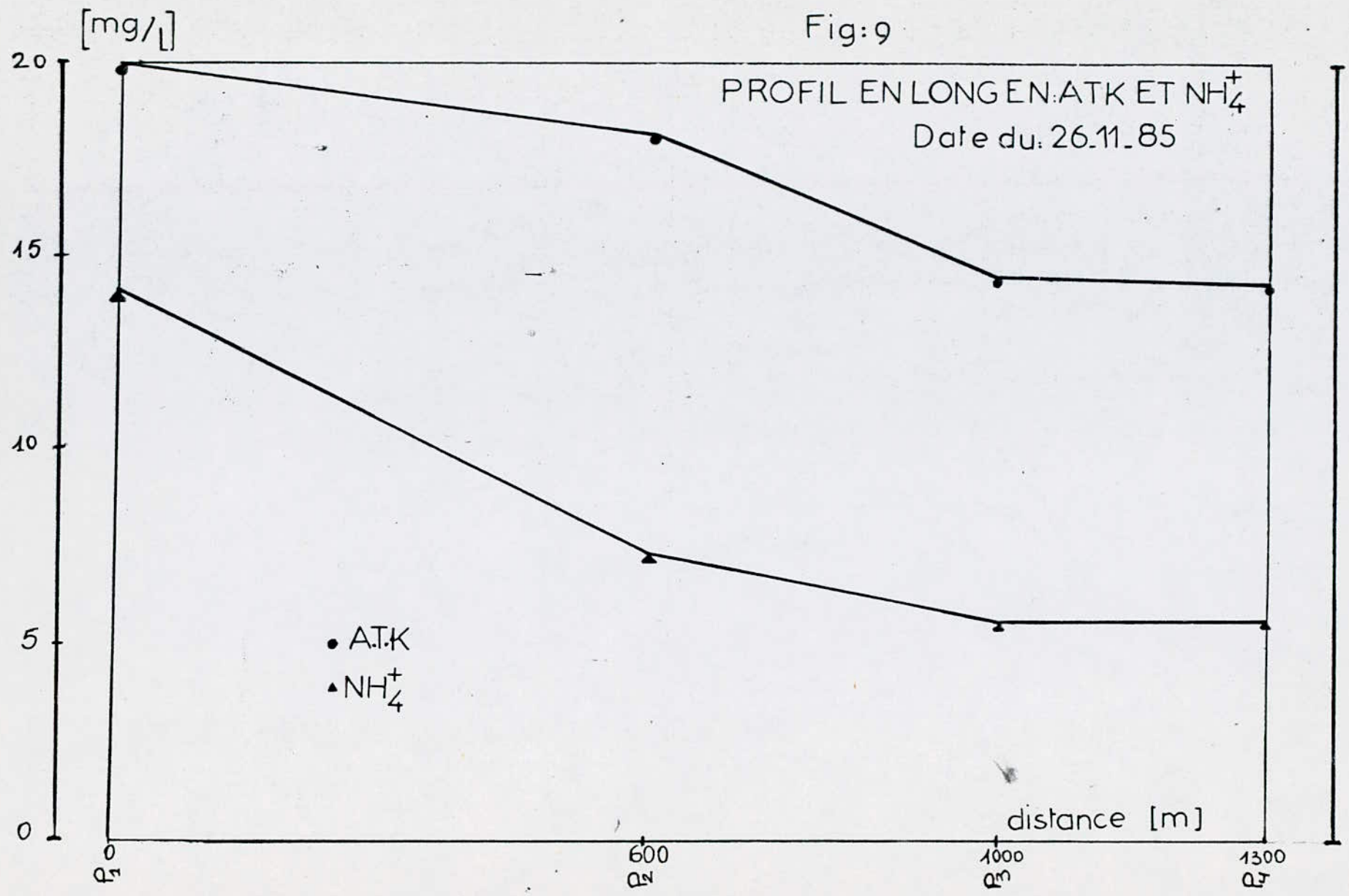


Fig:10

Caractéristique hydraulique de l'oued elharrach

Station Rocher des pigeons

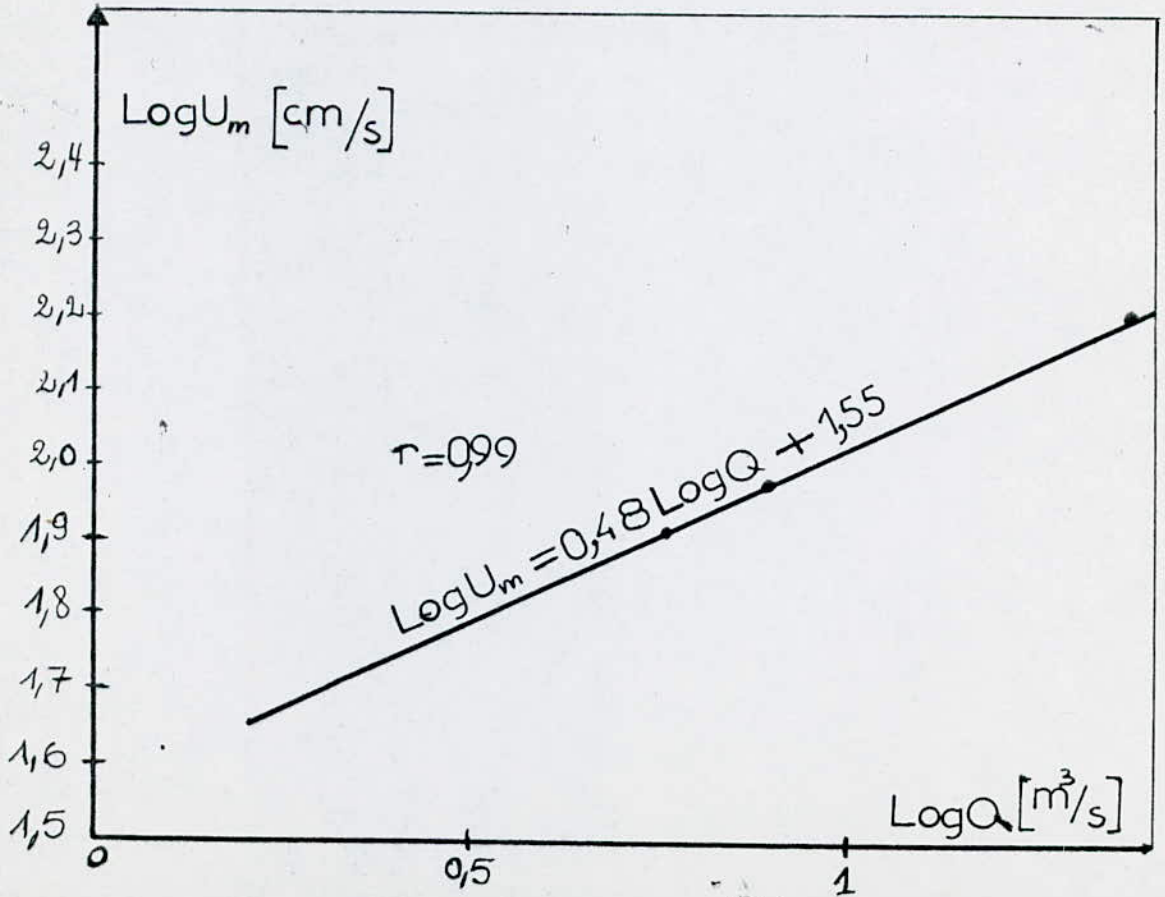
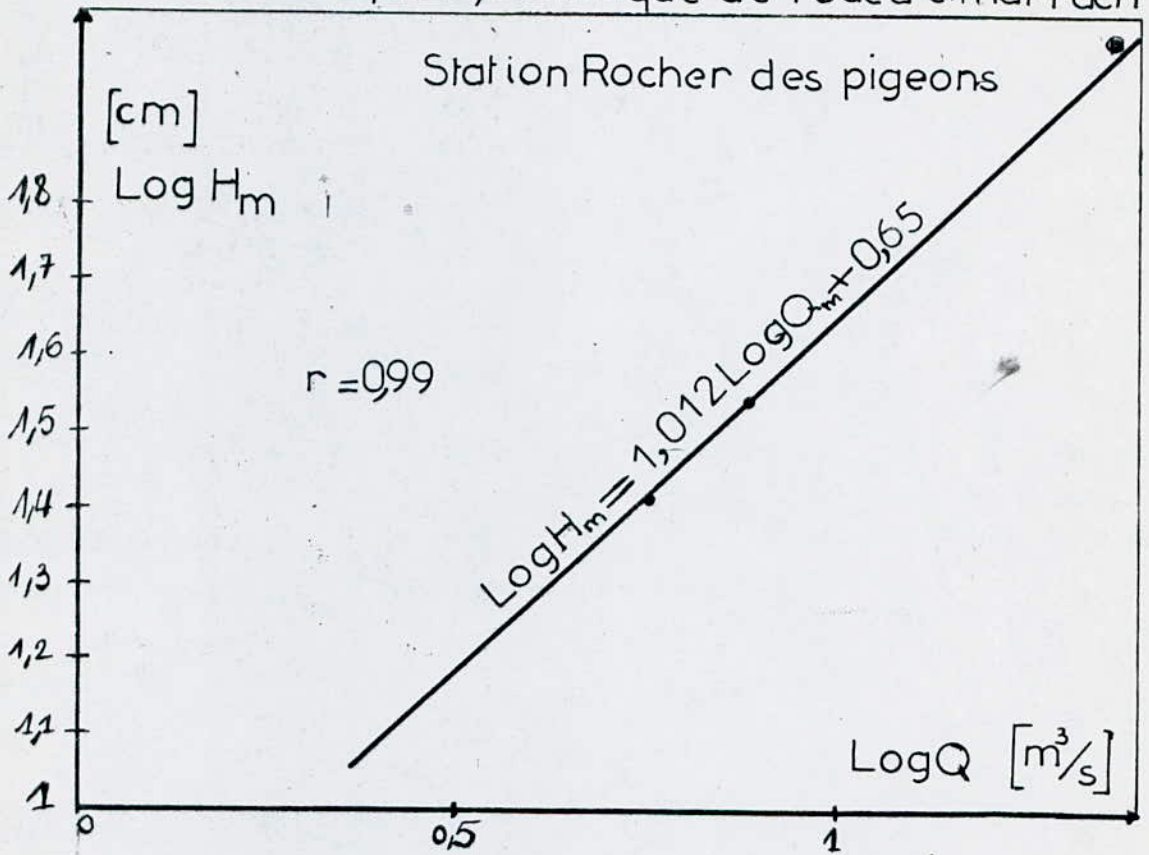


Fig:11

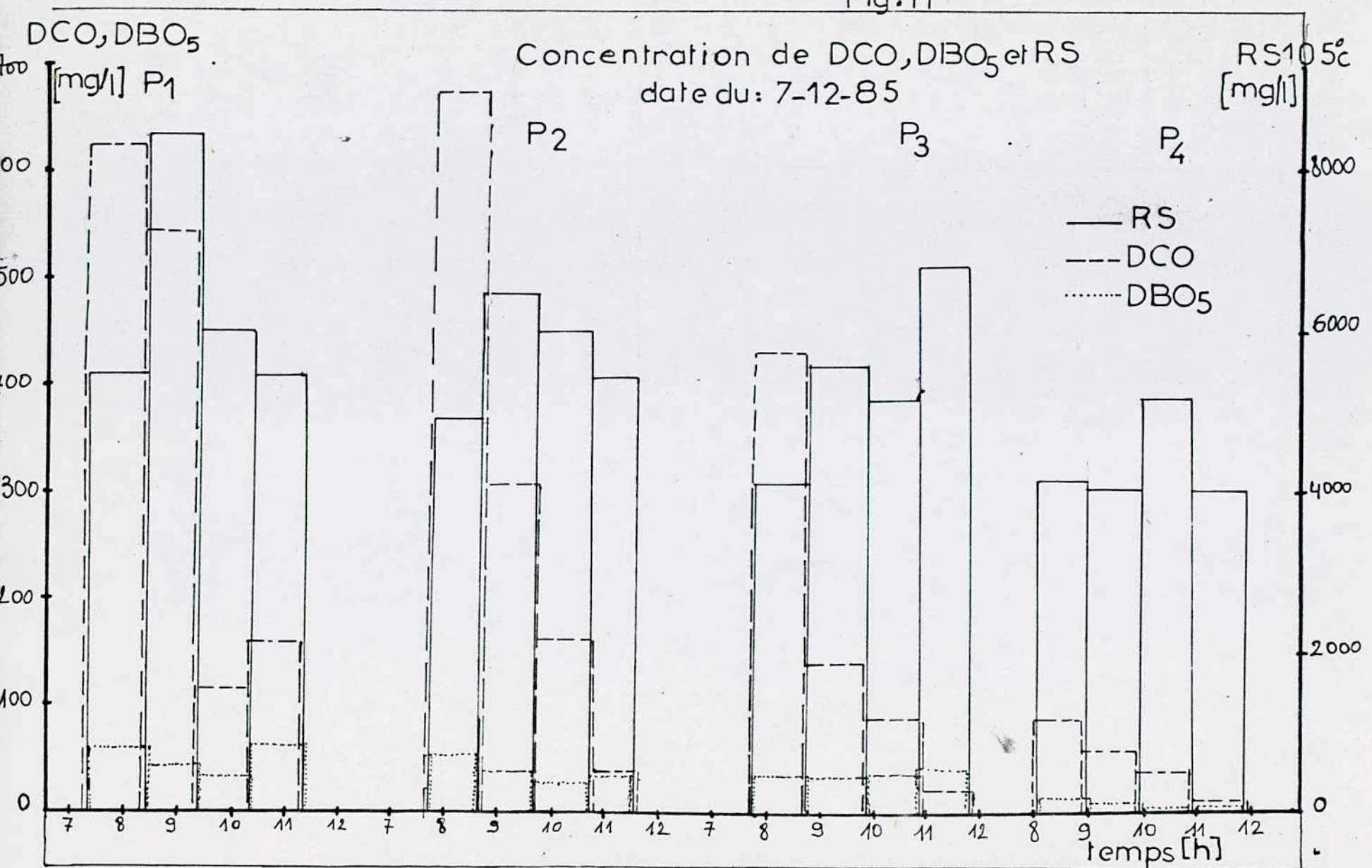


Fig: 12

Taux de reduction

Date:12-11-85

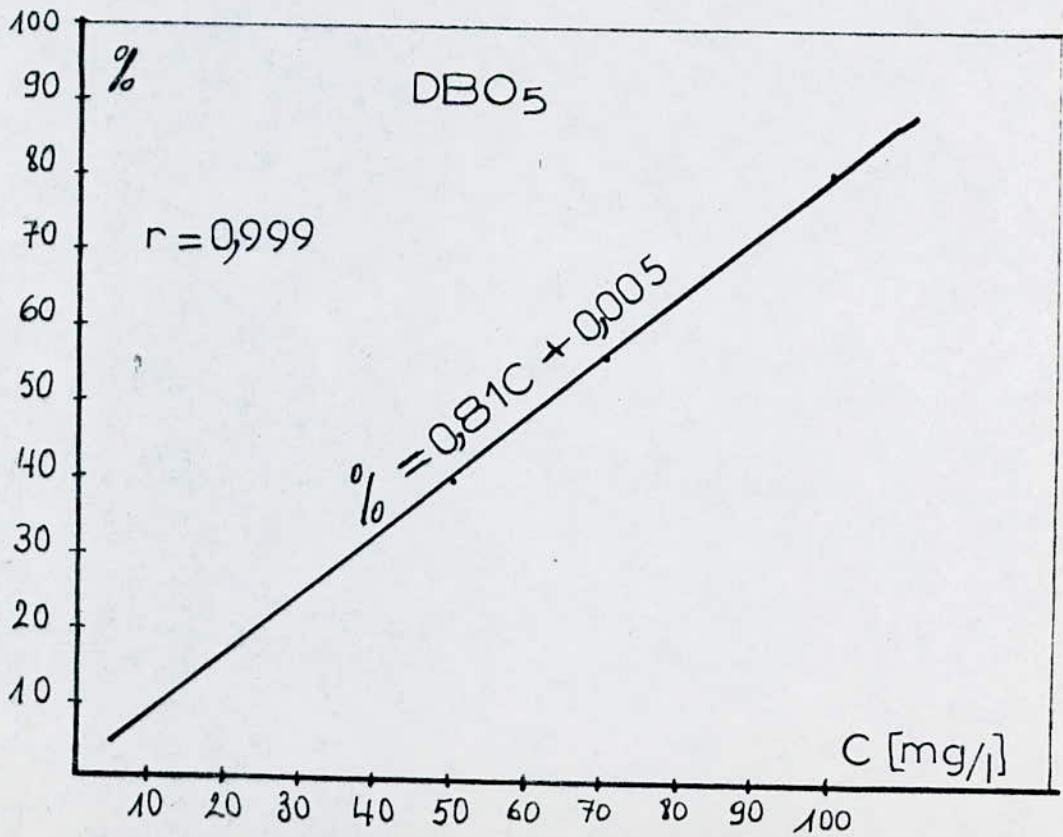
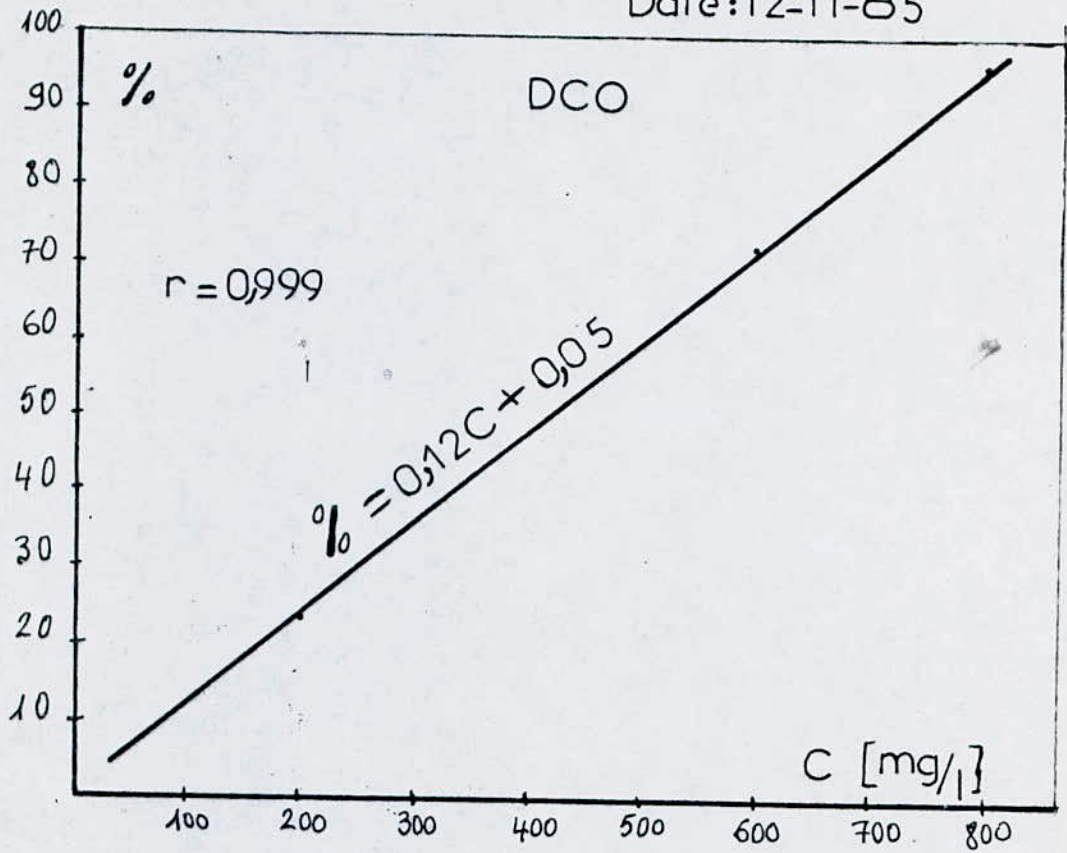
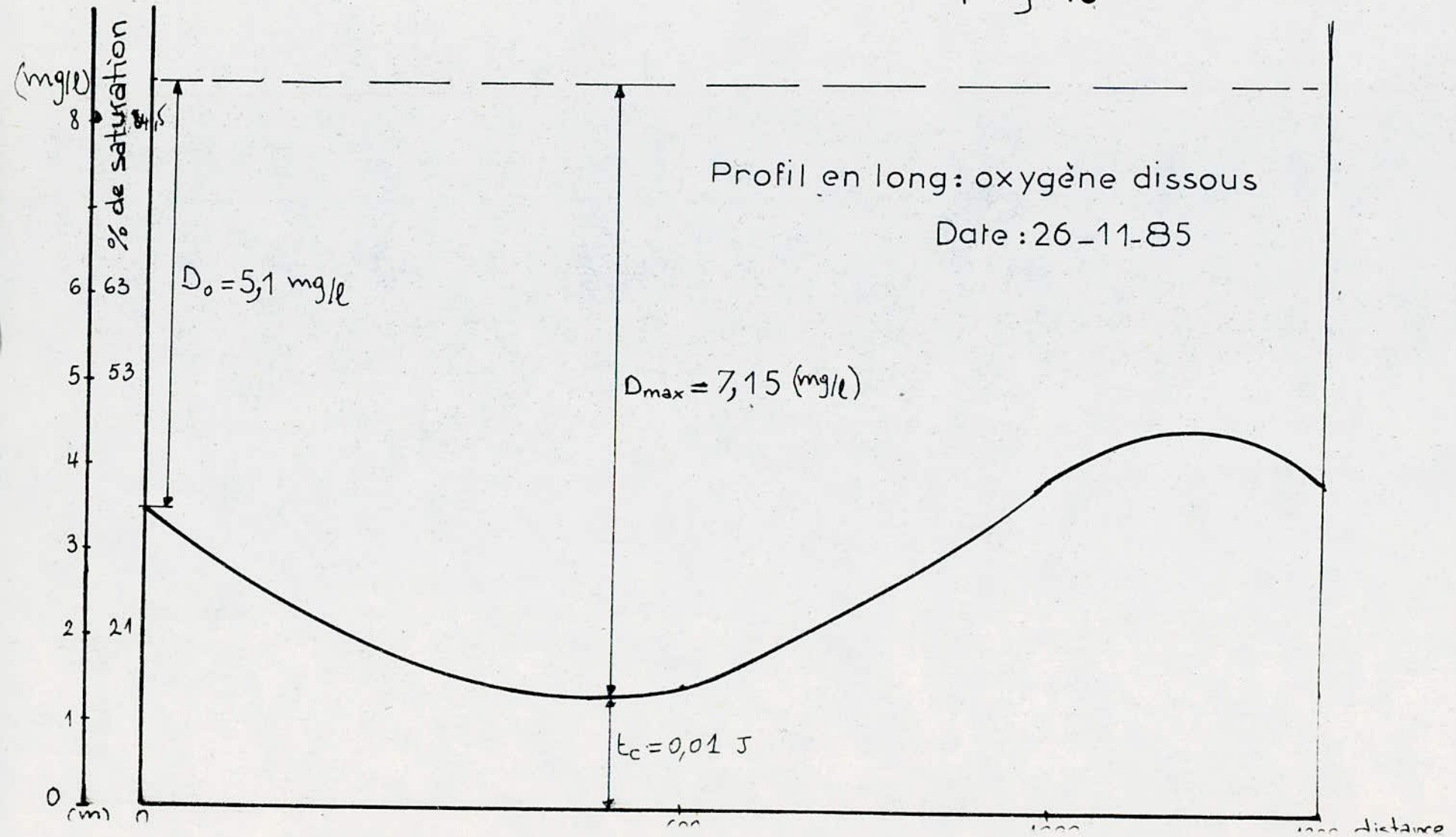
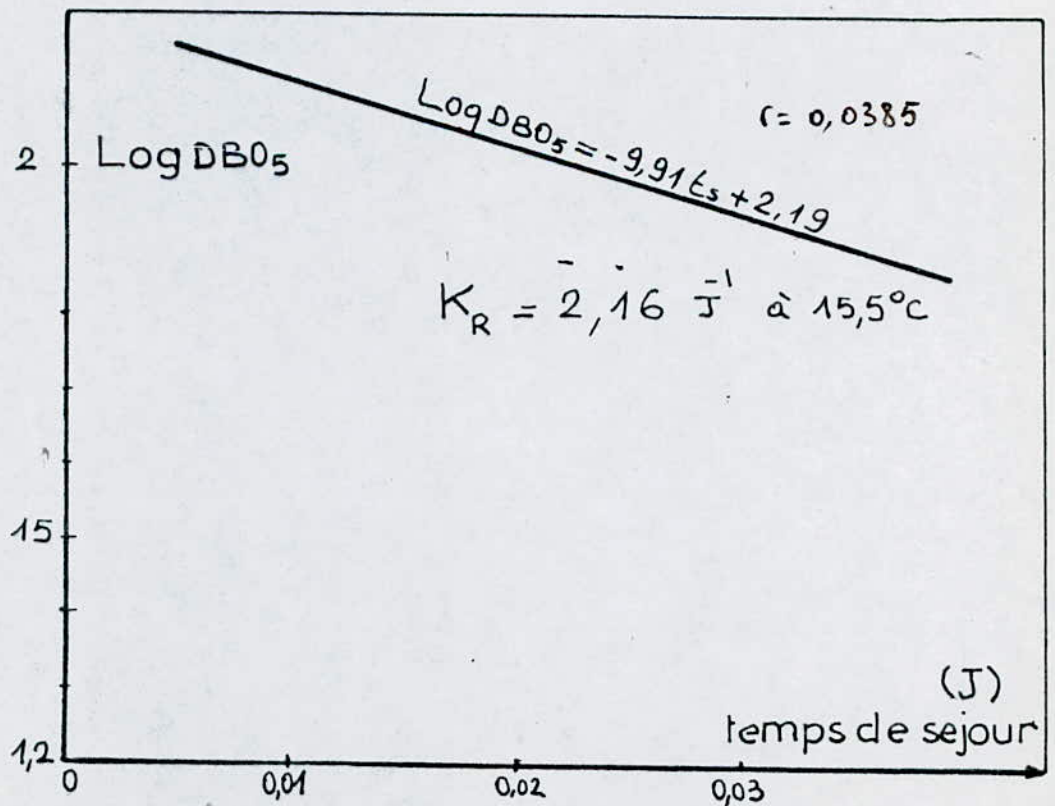
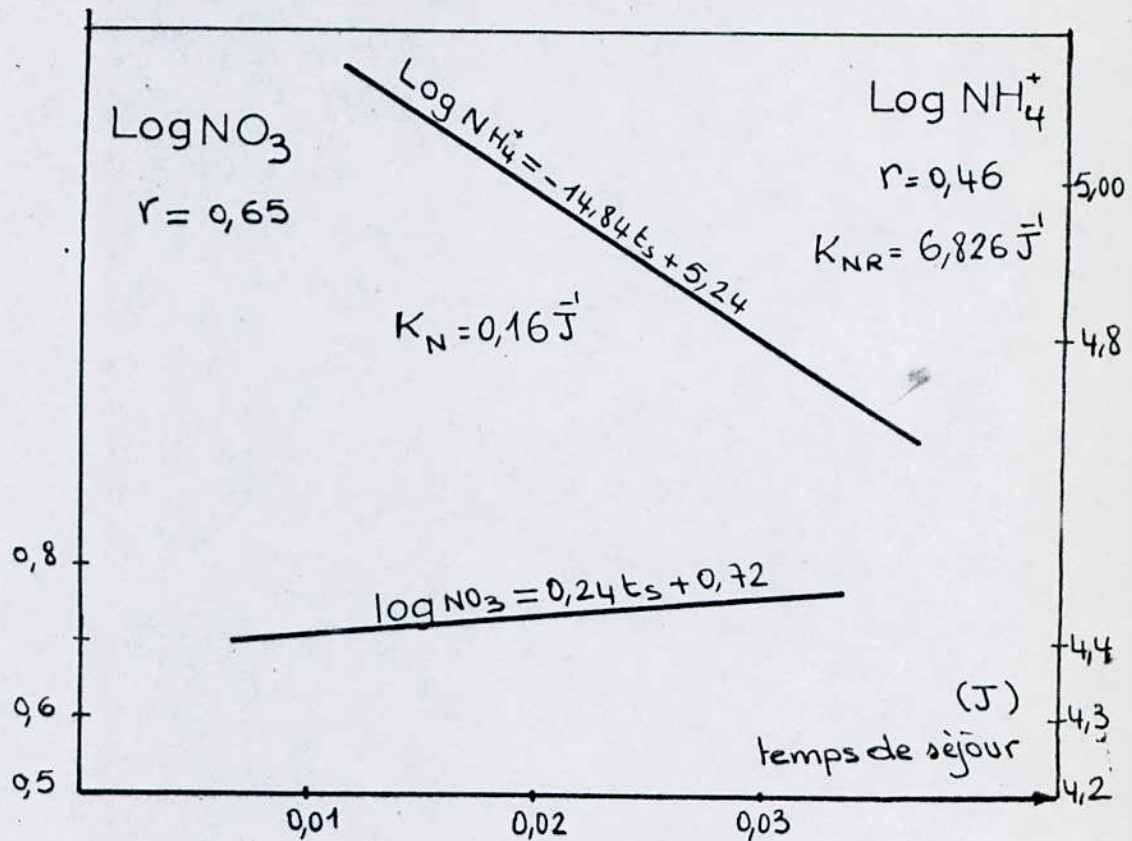


Fig:13



Date: 26-11-85

FIG: 14:



VI.1. INTERPRETATIONS DES RESULTATS

On remarque que certains résultats sont erronés, ceci peut être dû soit au retard dans l'exécution des analyses; soit à des défauts ou erreurs de manipulation. Nous n'écarterons pas non plus les erreurs dans les prélèvements.

Notre interprétation s'effectuera paramètre par paramètre.

- Température :

La température du cours d'eau dépend uniquement de celle de l'air, elle se situe entre 11,9 - 18,5 °C, ce qui favorise l'auto-épuration.

- Couleur :

Les eaux de l'oued ont une couleur brunâtre avec des boues en surface. Parfois nous observons de la mousse blanche à la surface de l'eau qui diminue de l'amont à l'aval.

- Transparence :

Le fond vaseux de l'oued est toujours invisible. La transparence est pratiquement nulle, donc l'énergie lumineuse disponible pour la photosynthèse se trouve complètement réduite par l'anaérobiose installée dans l'oued.

- L'odeur :

On constate que les mauvaises odeurs du quartier d'El Harrach sont dues essentiellement à la formation de H_2S , CH_4 et de l'ammoniac en provenance des écoulements des eaux usées industrielles de la région.

- Le PH :

Le PH de ces eaux évolue très peu et reste en tout cas proche de la neutralité. Le PH se situe entre 6 - 8,90 ce qui favorise la nitrification.

- Conductivité :

La conductivité est élevée , ce qui indique un taux d'ions important le long du tronçon. Il revient à dire que si une pollution d'origine chimique venait d'être enclenchée, des processus de combinaisons se créeraient, et pourraient aboutir à la formation de complexes chimiques polluants .

- L'azote ammoniacal:

En plus de la diminution de l'amont à l'aval l'azote ammoniacal accuse une variation d'un prélèvement à un autre et d'un point à un autre, comme l'indique le tableau récapitulatif :

. Variation d'un point à un autre

Exemple du prélèvement daté du 12-II-1985

Nous constatons que pour les tronçons $P_1 P_2$ et $P_2 P_3$ on a la même concentration qui disparaît . Par contre pour le tronçon $P_3 P_4$ la concentration disparue est plus élevée. Ceci peut être expliquée par plusieurs facteurs :

- Phase anaérobie : la dégradation de la matière organique dégage du NH_3

- Assimilation et ammonification (formation de NH_3)

- La sédimentation et la nitrification .

. Variation d'un prélèvement à un autre :

En examinant le tableau récapitulatif nous remarquons que la disparition de NH_4^+ augmente avec la vitesse d'écoulement et le débit d'eau dans l'oued

Exemple du prélèvement daté 12-II-85 .

La vitesse d'écoulement est de 82,5 cm/s, la disparition pour $P_1 P_2$ est de 0,56 mg/l . Exemple du prélèvement daté du 7-12-85

La vitesse d'écoulement $V = 101$ cm/s, la disparition de NH_4^+ est de 3,15 mg/l, donc d'après ces exemples on voit l'importance de la vitesse et du débit.

Ils agissent sur l'oxygénation du cours d'eau et de la dilution des polluants.

Enfin la teneur en azote ammoniacal se situe entre 1,12 et 17,92 mg/l ce qui révèle une contamination bactériologique.

- Azote nitrique :

En plus de l'augmentation de l'amont à l'aval, l'azote nitrique accuse une variation d'une part avec le temps et d'autre part d'un point à l'autre. En observant les courbes de NO_3^- , nous constatons une faible augmentation pour tous les points .

Cette diminution peut être justifiée par la présence probable d'algues qui peuvent assimiler l'azote nitrique. Enfin la teneur en azote nitrique se situe entre 0,5 - 5,6 ce qui révèle une auto-épuration insuffisante .

- Azote nitreux :

Les valeurs de l'azote nitreux sont faibles à cause de la destruction qui peut se faire par oxydation en donnant des nitates , ou par réduction en azote élémentaire .

- Azote total Kjeldahl (A.T.K) :

Les variations d'apport en azote total qu'elles soient journalières ou qu'elles soient ponctuelles le long de l'oued. Elles dépendent essentiellement des charges en produits azotés et des débits en rejets .

La courbe en long de N.T.K montre qu'on a une diminution de l'amont à l'aval . Cela est dûe principalement à l'oxydation de l'ammoniac et à son assimilation , cependant la concentration reste minime, ce qui est certainement causé par les rejets industriels .

Si on détaille la courbe, on constate que la diminution pour P_3, P_4 est plus faible que pour P_1, P_2 et P_2, P_3 ceci peut être expliquée par l'apport en azote organique de la couverture forestière .

- Les orthophosphates :

En examinant la courbe en long des orthophosphates on observe des variations avec le temps et le long de l'oued .

Pour le prélèvement de la période d'étiages, les orthophosphates accusent une certaine diminution . Ce sont la minéralisation et l'assimilation, par les algues, des orthophosphates qui sont à l'origine de cette diminution. Par contre pour le prélèvement de la période de crue, on observe un pic au niveau du point P₁ qui ne peut être expliqué que par le lessivage des terres agricoles.

- MES et RS :

Les MES et RS présentent des variations importantes le long de l'oued et suivant le temps. Ceci peut être justifiées par les rejets des eaux industrielles de la papeterie de Baba Ali (lavage halfa) et de SNMC (argiles) qui sont très chargé en MES.

En observant la courbe de MES , nous constatons une diminution plus importante pour P₃P₄ que pour les tronçons P₁P₂ et P₂P₃ cela peut être dûe par le fait que dans le tronçon P₃P₄ la vitesse d'écoulement est très faible ce qui favorise la décantation des MES dans le fond du lit. Par contre pour les résidus secs la diminution est plus importante pour P₁P₂, P₂P₃ que pour P₃P₄ ce phénomène ne peut être expliqué que par la présence de matières volatiles.

- Oxygène dissous :

Nous tenons à signaler que la réaction durant le transport et la dilution sont des facteurs dont l'influence sur l'augmentation de l'oxygène dissous n'est pas à négliger .

En observant les profils de l'oxygène dissous nous remarquons que : pour le prélèvement du 12-II-85 (vitesse faible)

$$D_{max} = 9,15 \text{ mg/l}$$

$$t_c = 0,0055 \text{ J}$$

Pour le prélèvement du 26-II-85 (vitesse moyenne)

$$D_{max} = 7,15 \text{ mg/l} \quad t_c = 0,0063 \text{ J}$$

Le temps critique que nous avons mesuré, nous renseigne sur la distance à partir de laquelle la matière organique commence à s'accumuler dans l'oued et sur la consommation maximale de l'oxygène. D'après t_c et la vitesse on peut calculer la distance critique, puis on revient au profil de la DBO pour déterminer la concentration en matière organique correspondante. Si cette concentration est faible on peut affirmer que l'oued est peu pollué, si non on conclue que l'oued est très pollué, car il ne pourrait pas être capable de dégrader cette matière et par conséquent l'accumulation des matières organiques devient de plus en plus importante.

$$t_c = 0,0063 \text{ J} , V = 0,7 \text{ m/s} , d_c = 382 \text{ m} \Rightarrow \text{DBO}_5 = 45,5 \text{ mg/l}$$

l'oued est très pollué (zone polysaprobie)

- Demande biochimique en oxygène (DBO_5) :

L'analyse au laboratoire de la DBO_5 a donné des faibles valeurs ceci est dûe aux rejets industriels toxiques, déversés dans l'oued. Ces rejets empêchent ou retardent la dégradation biologique des substances contenues dans les eaux.

En examinant la courbe en long, on remarque que la disparition de la DBO est plus importante pour PP_{12} , que pour PP_{23} , PP_{34} , ceci s'explique par la consommation de l'oxygène dissous qui entraine l'inhibition de l'activité des microorganismes.

- Demande chimique en oxygène (DCO) :

Les valeurs de la D.C.O sont généralement très élevées, ce sont les unités industrielles (la SONIC de Baba Ali, SNMC, Pharmacie centrale) les principales responsables de cette situation, par leurs rejets non biodégradables (cellulose et produits toxiques).

- Biodégradabilité :

Les rapports de la D.CC sur la DBO₅ sont relativement écartés; cela peut être justifiés par la présence des matières organiques difficilement ou pas du tout biodégradables et des produits toxiques .

VI.2. CALCUL DU MODELE D'AUTO-EPURATION

- Determination des constantes :

- Determination de K₁ (K₁: biodégradabilité des MO):

La constante K₁ dépend de la nature des polluants, de la température de l'eau, du degré de turbulence et de la valeur de K. Elle varie avec la température selon l'équation $K(T) = K(20) \cdot \theta^{T-20}$

K : vitesse des matières organiques (vitesse d'oxydation)

K : se situe entre 0,15 - 0,35

$$\theta = 1,056 \dots \dots \dots T^{\circ} > 20^{\circ}$$
$$\theta = 1,135 \dots \dots \dots T^{\circ} < 20^{\circ}$$

D'après BOSKO $K_1 = K + \frac{U}{H} \eta$

ou U : la vitesse d'écoulement U = 0,7 m/s (26-II-85)

H : La profondeur de l'ouéd H = 0,5 m

η : coefficient d'activité du lit.

$\eta = 0,1$ eaux stagnantes ou profondes.

$\eta = 0,6$ rivières rapides.

d'ou en tire que K₁ = 0,67 J à T° = 20°C avec $\eta = 0,5$

$$K_1 = 0,38 \text{ J pour } T^{\circ} = 15,5^{\circ}\text{C}$$

- Determination de la constante K₂ (aeration) :

K₂ dépend de la température, de la profondeur du cours d'eau et de la turbulence, comme l'indique le tableau ci contre avec $\theta = 1,024$.

$$K_2 = 0,45 \text{ J pour } T = 15,5^{\circ}\text{C} .$$

Valeur de K_2

	$K_2 \bar{J}^{-1} (20^\circ)$
petits lacs	0,11 à 0,22
grands lacs, cours d'eau profonds et lents	0,22 à 0,35
grands cours d'eau à courant modéré	0,46 à 0,70
cours d'eau rapides	0,70 à 1,15

- Détermination de la constante K_R :

Elle est donnée graphiquement par la pente de la droite de Log DBO_5 en fonction du temps de séjour (voir Fig I4)

On tire $K_R = 3,82 \bar{J}^{-1}$ pour 20°C

$K_R = 2,16 \bar{J}^{-1}$ pour $15,5^\circ \text{C}$

- Détermination de la constante K_{NR} :

Elle est donnée graphiquement par la pente $\text{Log NH}_4^+ = f(t)$

$K_{NR} = 6,38 \bar{J}^{-1}$

- Détermination de la constante K_N :

Elle est donnée graphiquement par la pente de la droite de Log NO_3^- en fonction du temps du séjour (Voir Fig I4)

$K_N = 0,16 \bar{J}^{-1}$

- Détermination expérimentale du déficit max et du temps critique d'après fig I3 , on tire

$D_{\max} = 5,1 \text{ mg/L}$, $t_c = 0,01 \bar{J}$

- Détermination du déficit max et temps critique par le modèle

Le temps critique est calculé comme suit $\frac{dD}{dt} = 0$

d'où on tire t_c puis D_{\max} pour les différentes valeurs de L_0

- Exploitation du modèle :

Ce modèle présente un grand intérêt, car il permet de prévoir l'état de pollution d'un cours d'eau en fonction des charges polluantes, sa capacité d'auto-épuration et aussi de fixer des normes de rejets le long de l'oued.

Dans notre tronçon :

$$D = \frac{0,38 L_0}{0,45 - 2,16} \left(e^{-2,16t} - e^{-0,45t} \right) + \frac{4,3 \cdot 0,16 \cdot 16,4}{0,45 - 6,83} \left(e^{-6,83t} - e^{-0,45t} \right) + 5,1 e^{-0,45t}$$

pour: $L_0 = 250 \text{ mg/l} \Rightarrow t_c = 0,069 \text{ J et } D_{\text{max}} = 10,26 \text{ mg/l}$
 $L_0 = 350 \text{ mg/l} \quad t_c = 0,043 \text{ J et } D_{\text{max}} = 9,94 \text{ mg/l}$
 $L_0 = 500 \text{ mg/l} \quad t_c = 0,035 \text{ J et } D_{\text{max}} = 10,96 \text{ mg/l}$
 $L_0 = 950 \text{ mg/l} \quad t_c = 0,015 \text{ J et } D_{\text{max}} = 10,56 \text{ mg/l}$

Date du 26 -II - 85

$\text{NO}_3^- \text{ (mg/l)}$	LogNO_3^-	$\text{NH}_4^+ \text{ (mg/l)}$	LogNH_4^+	$\text{DBO}_5 \text{ (mg/l)}$	LogDBO_5	$t_s \text{ (J)}$	$V \text{ (mg/s)}$
5,00	0,699	16,40	1,22	173	2,24	0	0,99
5,35	0,728	8,40	0,93	105	2,02	0,0107	0,65
4,55	0,653	5,60	0,75	33	1,95	0,0214	0,54
5,30	0,724	5,60	0,75	33	1,92	0,0313	0,43

Tableau de calculs (Fig I4)

- Interprétation du modèle :

- Constantes :

En comparant la concentration en azote ammoniacal avec la vitesse de nitrification, nous constatons que $(\text{NH}_4^+) \gg K_N$ ($16,4 \gg 0,16$) donc on peut dire que notre cours est extrêmement pollué.

De plus nous remarquons que la vitesse de disparition des NH_4^+ est

nettement supérieure à la vitesse d'appréhension des nitrates. K_{NR} donne cette estimation par excès, car il existe d'autres mécanismes que la nitrification, qui font disparaître NH_4^+ . K_{N-NO_3} donne peut être cette estimation par défaut, car il est possible qu'une fraction des nitrates soit assimilée par des algues ou la végétation de l'oued, dès sa formation.

- Modèle :

D'après le modèle nous avons déterminé le temps critique et le D_{max} pour plusieurs valeurs de la charge en matières organiques. Nous constatons qu'avec l'augmentation de la charge, le temps critique diminue par contre D_{max} reste relativement élevé, ce qui nous permet de dire que notre tronçon se trouve dans une phase anaérobie.

VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS :

Conclusion :

Ainsi notre étude vient de mettre en évidence la gravité de l'état actuel de pollution de l'oued El Harrach d'une part et d'autre part d'apporter des solutions pour favoriser l'auto-épuration dans l'oued

Un équipement rudimentaire nous a permis d'aboutir à des résultats qui sont inquiétants pour la situation vis à vis de la pollution du cours d'eau. En effet, une faible biodégradabilité (les rapports $\frac{DCO}{DBO_5}$ sont très élevés), une faible vitesse de nitrification K_N et une faible vitesse de disparition de l'ammoniac K_{NR} ont transformé l'oued en volume mort surtout au niveau de sa partie inférieure.

Nous concluons en disant que notre tronçon réagit faiblement à l'auto-épuration surtout en étiage et qu'il faudrait pour que cette auto-épuration puisse être efficace, apporter des aménagements pour le cours d'eau et lancer des actions au niveau des sources; objets de nos recommandations.

- Recommandations :

- Continuation de l'étude :

Vu que les études de pollution des eaux de surface exigent beaucoup de temps ainsi que de grands moyens, deux paramètres dont nous ne disposons pas, la première recommandation à faire serait que ce projet soit suivi par des organismes plus disponibles tels que l'INRH, l'ANPE

- Contrôle des rejets :

L'oued El Harrach est le déversoir de tous les cours de son bassin versant, il charrie donc les eaux usées des grands centres urbains et unités industrielles qui se trouvent dans le périmètre du bassin. Pour cela nous recommandons l'application du code des eaux notamment les articles IO1, IO2, IO4 :

Article IO1: - L'autorisation de déversement est refusée notamment lorsque les matières déversées sont de la nature à nuire :

- à la capacité de régénération naturelle des eaux
- aux exigences de l'utilisation des eaux réceptives.
- à la protection de la santé publique .
- à la protection de la faune et de la flore .
- à l'écoulement normal des eaux
- aux loisirs .

Article IO2: - Tout établissement et notamment toute unité industrielle dont les rejets sont reconnus polluants doit prévoir des installations d'épuration .

Article IO4: - Est interdit tout dépôt, épandage ou pulvérisation de matières susceptibles de polluer le domaine public hydraulique.

- Possibilité d'intervention :

Pour augmenter la capacité d'élimination de matières organiques d'un cours d'eau, nous proposons les mesures suivantes :

- Favoriser la réaération par augmentation de la turbulence par chutes d'eaux artificielles .
- Injecter des produits désinfectants(ozonation) au niveau de l'embouchure surtout en période d'étiage.
- Réaérer les eaux de l'embouchure par l'installation d'un système de pompage des eaux de mer .
- Détruire les produits toxiques au niveau des sources.
- Canaliser les eaux de l'oued (diminue la section de l'oued)
- Enlever périodiquement les boues de fond de l'oued
- Obliger les industries de faire un traitement avant de rejeter les eaux dans le cours d'eau .
- Eliminer les odeurs dans les égouts par l'oxygène .

COMMENT LUTTER CONTRE LA POLLUTION

1°) LA LUTTE CONTRE L'EUTROPHISATION

L'eutrophisation est une amplification d'un phénomène naturel, la croissance végétale, qui se manifeste lorsque plusieurs conditions sont réunies :

éclairage important, température élevée, écoulement lent et présence de nutriments .

Comme il n'est possible d'intervenir efficacement sur les conditions de température, d'éclairage et d'écoulement, le seul moyen de maîtriser le phénomène est d'éliminer au moins l'un des nutriments qui lui sont indispensables pour se développer de telle sorte qu'il devienne le facteur limitant.

2°) APERÇU GENERAL DES TRAITEMENTS

- Introduction :

La pollution découlant des activités de l'homme vient compléter beaucoup la composition de ces eaux, surtout celles des cours d'eau, en leur apportant des matières organiques (biodégradables ou non), des substances fertilisantes comme l'ammoniac, les nitrates et phosphates, des substances de nature toxique et la flore microbienne intestinale comprenant les bactéries coliformes, des bactéries et autres microorganismes pathogènes, et des virus divers. La pollution agricole aiguë, vient ajouter de l'humus, du purin, des phosphates et nitrates, ainsi que des pesticides. La pollution, surtout par les substances fertilisantes, intensifie la croissance des algues et autres plantes aquatiques dont les métabolites et résidus sont sources d'odeurs et de saveurs repugnantes. Il faut ajouter à cette liste des huiles et autres matières flottantes .

- Les principaux procédés de purification :

<u>Procédés</u>	<u>Objectifs</u>
Sédimentation simple	Réduction de matières en suspension aptes à se déposer
Aération	Enlèvement des gaz et matières volatiles. Oxygénation, oxydation
Dégrillage	Élimination d'objets flottants, d'herbages
Tamissage	Élimination de matières grossières en suspension
Microtamissage	Tamissage plus fin; réduction de la teneur en plancton
Déshuilage, écumage	Enlèvement d'huiles flottantes, d'écumes, de matières flottantes.
Filtration lente	clarification, désinfection partielle (procédés biologique)
Coagulation-floculation-sédimentation.	Clarification, décoloration, désinfection partielle, précipitation chimique
Filtration rapide	Clarification, désinfection partielle
Chloration	Désinfection, oxydation, décoloration, suppression d'odeurs.
Ozonation	Mêmes objectifs que ceux de la chloration
Précipitation chimique	Adoucissement, suppression d'ions toxiques, indésirables
Echange ionique	Adoucissement, déminéralisation, suppression d'ions toxiques, indésirables, radioactifs
Absorption sur charbon actif	Décoloration, suppression d'odeurs, de mauvais goût, de matières organiques toxiques ou indésirables.
Correction chimique par des adjuvants	Correction du PH, de la dureté, réduction de l'agressivité.
Osmose inverse	Purification générale, dessalement, déminéralisation.

Electro-dialyse

Dessalement

Distillation

Purification générale, dessalement
déminéralisation .

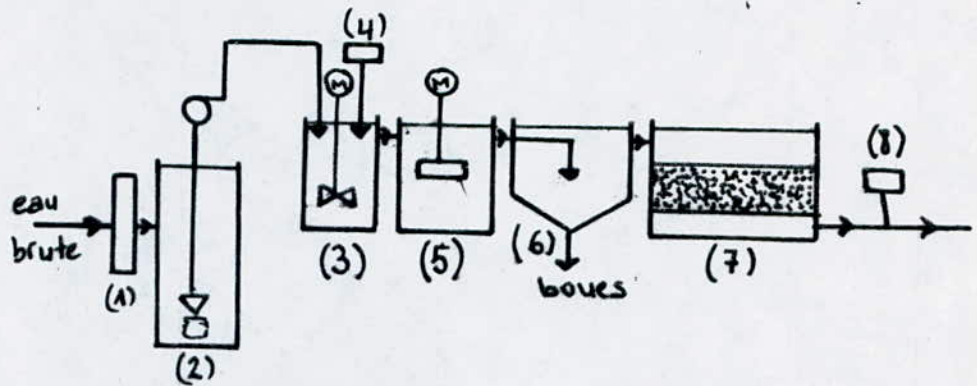
Ultra-filtration

Purification générale partielle

Irradiation avec rayons ultraviolets
(UV)

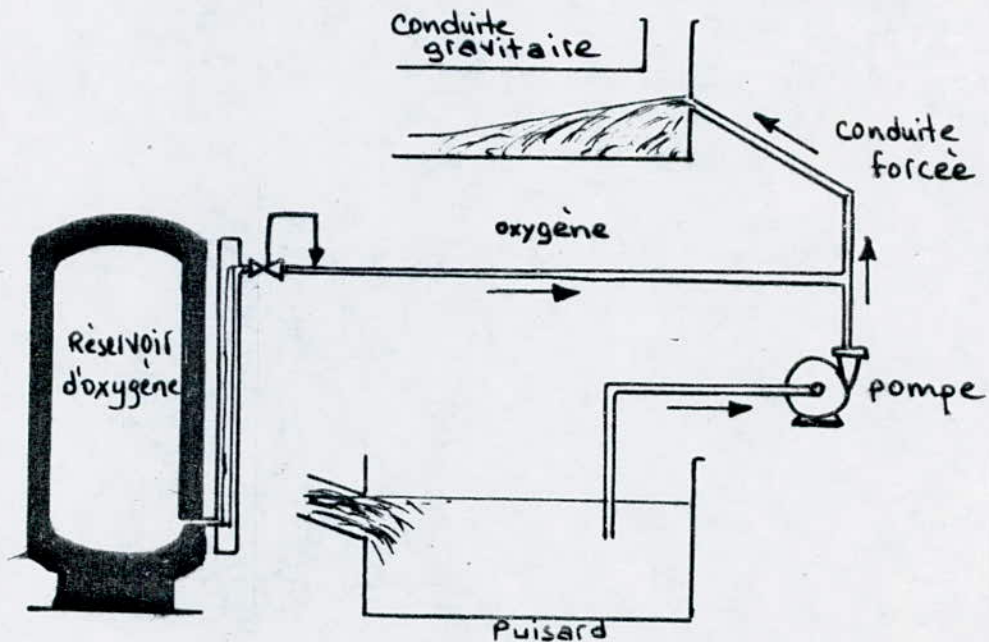
Désinfection .

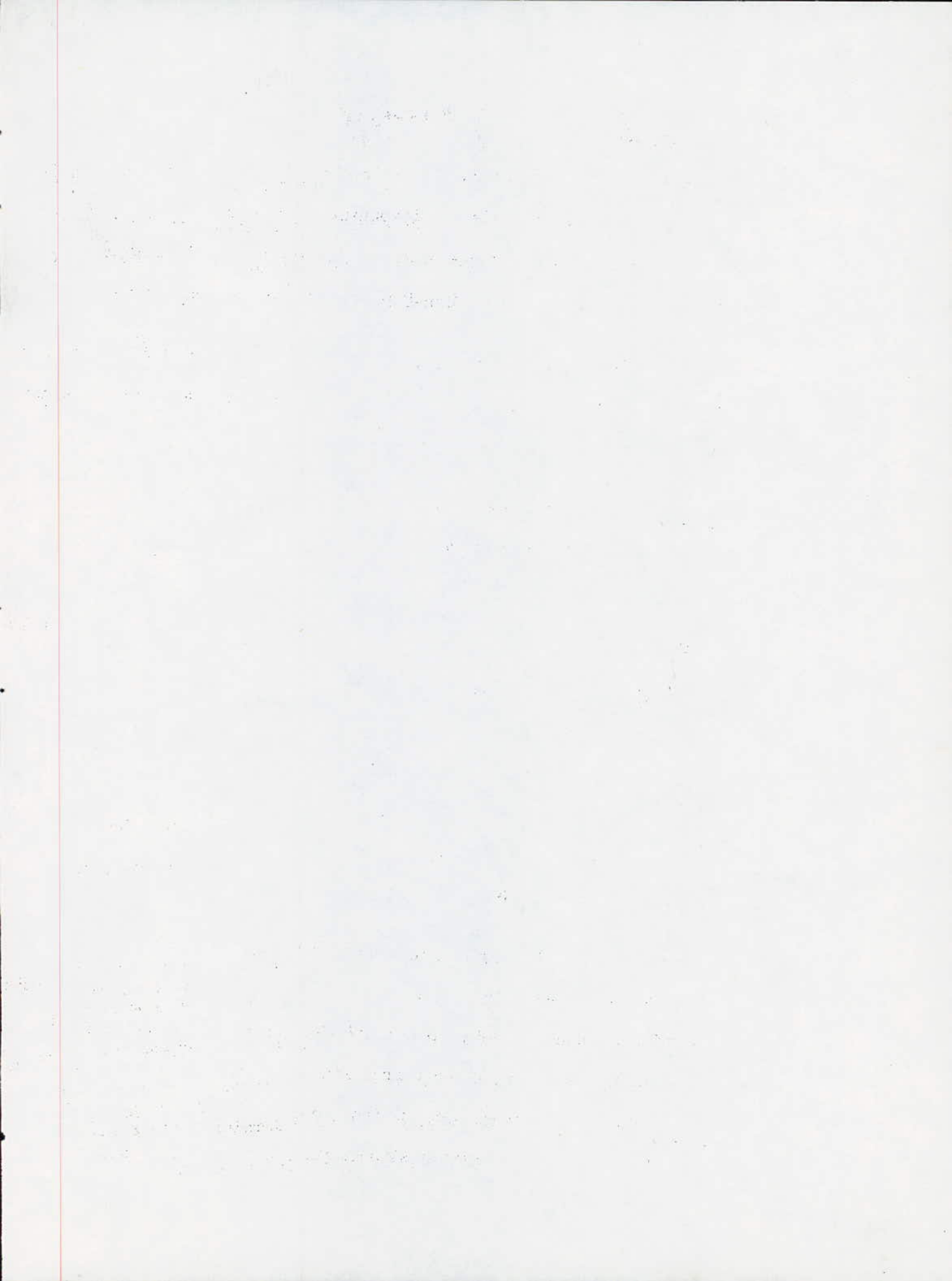
chaîne de base des traitements



- (1) dégrillage
- (2) puits d'eau brute
- (3) bassin de mélange
- (4) coagulant
- (5) floculation
- (6) decanteur
- (7) filtre gravitaire
- (8) désinfectant

E Limination des odeurs par L'oxygène (injection directe dans une conduite forcée)

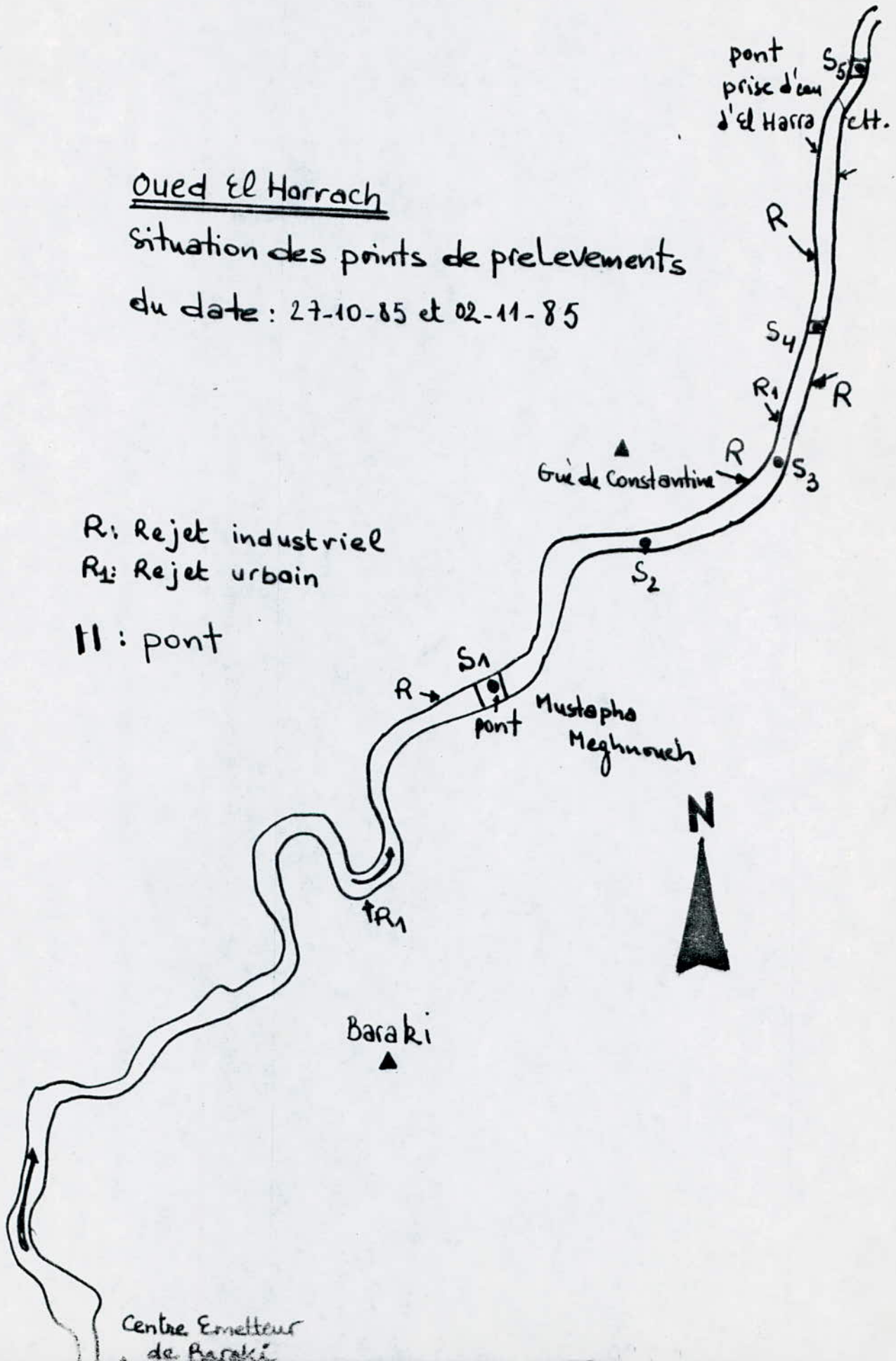




Oued El Harrach

situation des points de prelevements

du date : 27-10-85 et 02-11-85



R: Rejet industriel

R₁: Rejet urbain

|| : pont

Centre Emetteur
de Baraki

ANNEXE : 1

TABLEAU : 1

TEMPS PLUVIEUX

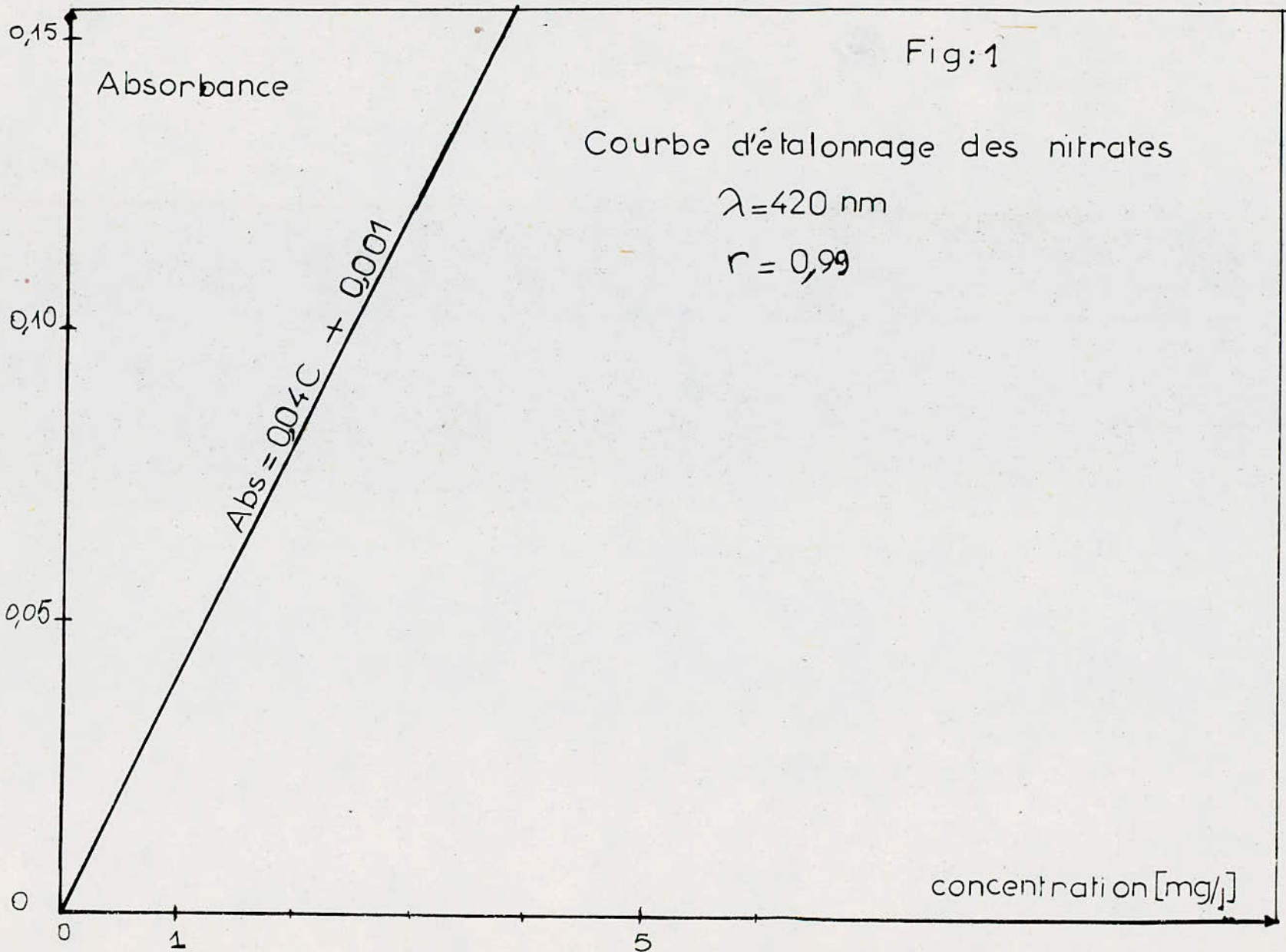
DATE DE PRELEVEMENT :	LE 27 . 10 .1985				
Points et heures	S1	S2	S3	S4	S5
Paramètres	9 H 15	9 H 35	10 H 05	10 H 30	11 H 15
Température (°C)	19.30	18.80	18.80	18.60	18.40
P H	7.40	7.42	7.50	7.50	7.30
Conductivité 20 °C (us/cm)	2580	2660	2780	2700	2700
PO ₄ - - - (mg/l)	7.20	5.87	7.33	7.67	13.20
NO ₂ - (mg/l)	1.87	2.60	0.70	2.13	1.87
N - NO ₂ (mg/l)	0.57	0.82	0.21	0.65	0.57
NO ₃ - (mg/l)	2.78	1.94	1.24	2.22	0.26
N - NO ₃ (mg/l)	11.94	8.59	5.49	9.80	1.15
N - NH ₄ (mg/l)	5.64	7.28	5.70	14.00	16.00
N . T . K (mg/l)	20.00	20.00	16.00	16.00	16.00
N - Organique (mg/l)	14.42	12.72	10.40	2.02	0.00
O . D (mg/l)	/	/	/	/	/
% de saturation	/	/	/	/	/
D . C . O . (mg/l)	937	812	940	875	1042
D . B . O . ₅ (mg/l)	///	/	/	/	/

TABLEAU : 2

TEMPS SEC

DATE DE PRELEVEMENT :	LE 02.11.1985				
Points et heures Parametres	S1 9 H 00	S2 9 H 25	S3 9 H 50	S4 10 H 15	S5 11 H 00
Température (°C)	18.00	18.00	18.50	18.60	18.40
P H	7.70	7.87	7.90	7.88	7.75
Conductivité 20 °C (us/cm)	1200	1980	1790	1750	1920
PO ₄ - - - (mg/l)	0.17	0.15	0.18	0.13	0.16
NO ₂ - (mg/l)	0.21	0.13	0.20	0.27	0.28
N - NO ₂ (mg/l)	0.060	0.040	0.058	0.081	0.086
NO ₃ - (mg/l)	1.77	0.55	5.69	1.42	9.83
N - NO ₃ (mg/l)	0.40	0.12	1.92	0.32	2.22
N - NH ₄ (mg/l)	3.92	3.00	6.16	4.48	1.68
N . T . K (mg/l)	9.60	7.42	12.3	9.10	9.00
N - Organique (mg/l)	5.68	4.42	6.14	4.62	7.32
O . D (mg/l)	4.50	4.30	5.10	4.60	5.30
% de saturation	47.2	54.3	50.0	50.1	57.1
D . C . O . (mg/l)	410	490	495	391	455
D . B . O . ₅ (mg/l)	65	70	56	74	102

Fig:1



Annexe:2

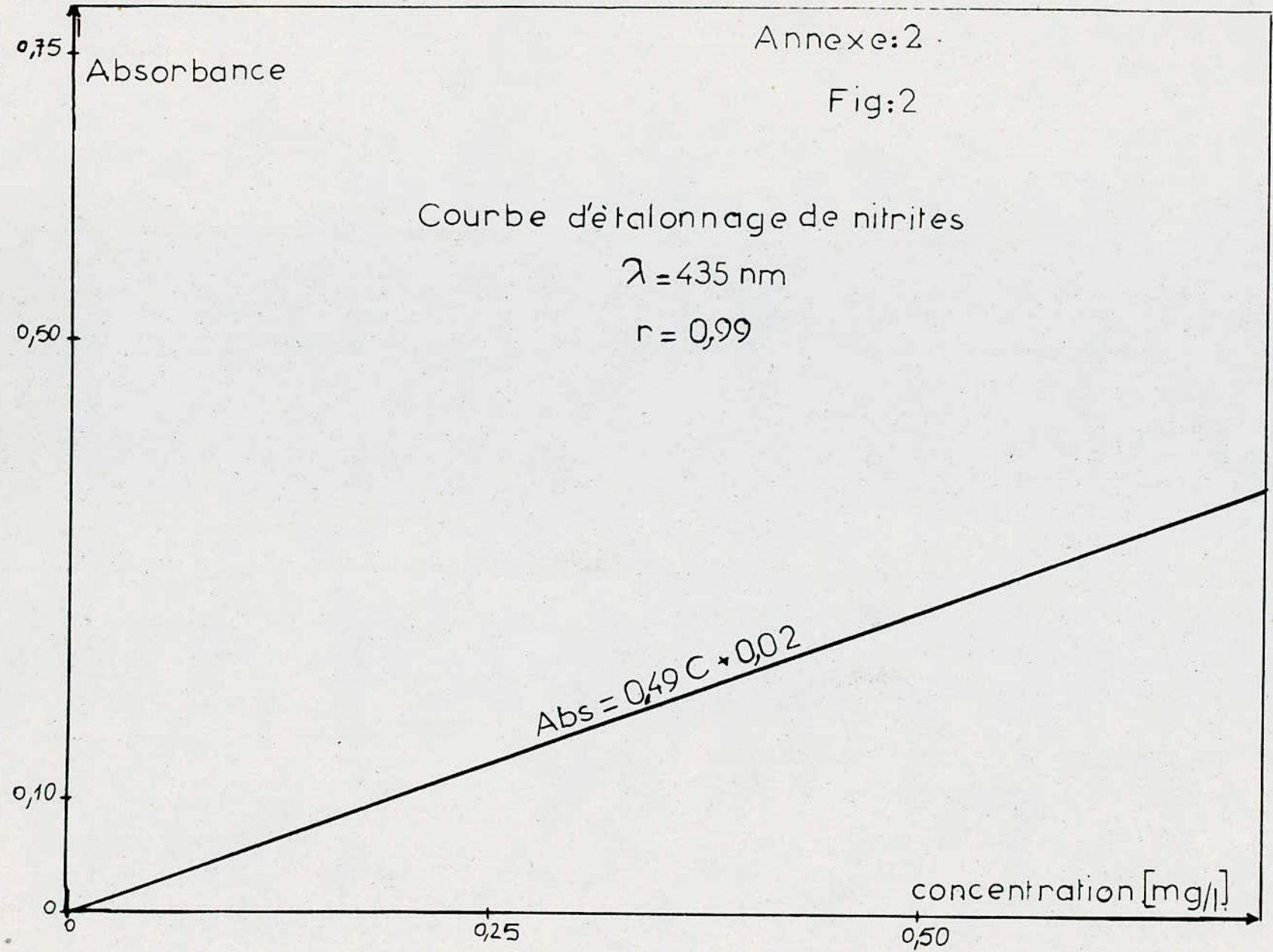
Fig:2

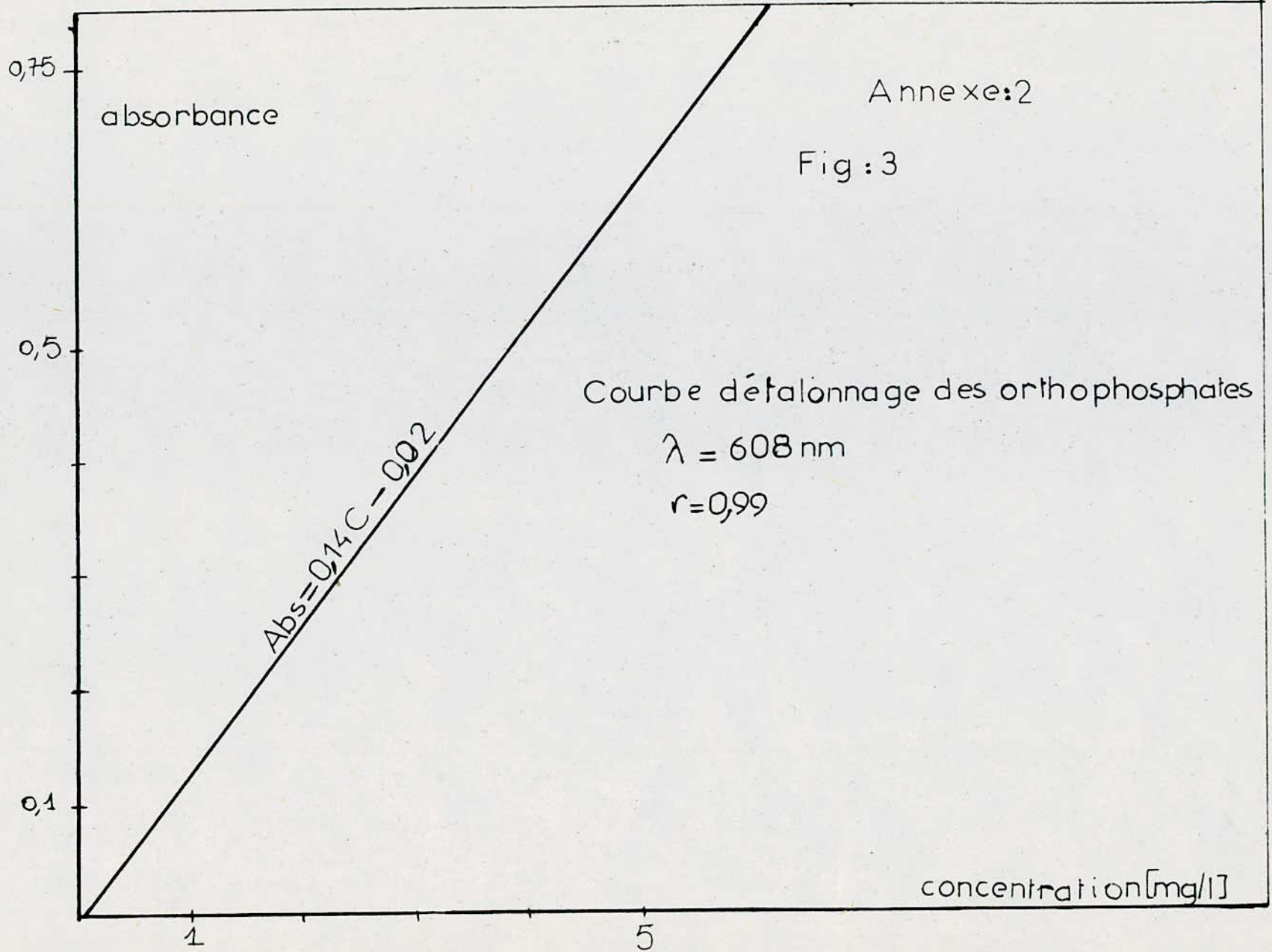
Courbe d'étalonnage de nitrites

$\lambda = 435 \text{ nm}$

$r = 0,99$

$Abs = 0,49 C \cdot 0,02$





ANNEXE III

I. Le dosage des nitrates:

Methode au salicylate de sodium:

1 Reactifs:

- Solution de salicylate de sodium à 0,5 % à renouveler toutes les 24 heures.
- Acide sulfurique concentré
- Solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium .

- . Hydroxyde de sodium.....400 g
- . Tartrate double de sodium et de potassium..... 60 g
- . Eau distillée.....1000 ml

faire dissoudre les sels dans l'eau. Laisser refroidir et completer à 1 l.

A conserver dans un flacon de polyethylène

- Solution mère étalon d'azote d'origine nitrique 0,1 g/l
 - . nitrate de potassium anhydre..... 0,722 g
 - . Chloroforme (pour conserver)..... 1 ml
 - . eau distillée..... 1000 ml

- Solution fille étalon d'azote d'origine nitrique à 0,005 g/l
 Ameer 50 ml de la solution mère à 1000 ml avec de l'eau distillée .

2. Etablissement de la courbe d'étalonnage.

Dans une série de capsules de 60 ml; introduire successivement:

N° des capsules	T	I	II	III	IV
Solution fille étalon d'azote nitrique 0,005 g/l (ml)	0	1	2	5	10
Eau distillée (ml)	10	9	8	5	0
Solution de salicylate de sodium (ml)	1	1	1	1	1
Correspondance en mg/l d'azote nitrique	0	0,5	1	2,5	5

Evaporer à sec dans une etuve à 75°-80°C ne pas surchauffer ni chauffer trop longtemps. Laisser refroidir . Reprendre le résidu par 2 ml d'acide sulfurique concentré en ayant soin de l'humecter complètement.

Attendre 10 minutes, ajouter 15 ml d'eau distillée puis 15 ml de la solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de Na et de K; qui developpe la couleur jaune. Effectuer les lectures au spectro-photomètre à longueur $\lambda = 420$ nm, soustraire des densités optiques lues pour les étalons, la valeur relever pour le blanc .

Construire la courbe d'étalonnage.

3. MODE OPERATOIRE :

Introduire 10 ml d'eau à analyser dans une capsule de 60 cm. Alcaliniser faiblement avec la solution NaOH; ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium puis poursuivre le dosage comme précédemment.

Préparer de la même façon un témoin avec 10 ml d'eau distillée. Effectuer les lectures $\lambda = 415 \text{ nm}$, reporter au courbe d'étalonnage.

4. Expression des résultats:

Pour une prise d'essai de 10 ml, la courbe donne directement la teneur en azote d'origine nitrique exprimée en (mg/l) d'eau. Pour obtenir la teneur en nitrate (NO_3^-) multiplier ce résultat par 4,43.

5. Remarques:

Si l'eau à analyser est très trouble, ajouter lors du prélèvement quelques pastilles de soude pour avoir un PH = 8,5 puis agiter avec 0,5g de charbon actif. Filtrer, pour le dosage des nitrates, n'utiliser qu'une solution claire.

Il n'ya pas d'interférence avec Cl jusqu'à 200 mg/l, le Fer jusqu'à 5mg/l. Au delà de ce dernier chiffre, les nitrites sont dosés avec les NO_2^- .

II. LE DOSAGE DES NITRITES:

Methodes au réactif de Zambilli :

I. Réactifs:

- Ammoniac pur d = 0,925
- Réactif de Zambilli
 - . HCl pur d = 1,19..... 260 ml
 - . acide sulfanilique..... 5 g
 - . Phénol cristallisé..... 7,5 g
 - . Chlorure d'ammonium..... 135 g
 - . Eau distillée..... 625 ml

Introduire dans une fiole jaugée d'un litre, l'acide HCl et l'eau distillée. Puis y dissoudre l'acide sulfanilique et le phénol en chauffant légèrement. Après dissolution complète ajouter le chlorure d'ammonium et agiter jusqu'à dissolution. Après refroidissement ajuster s'il ya lieu le volume de la solution à un litre avec de l'eau distillée.

- Solution mère étalon d'ion NO_2^- à 23 g/l
 - . Nitrite de sodium..... 0,345 g
 - . Eau fraîchement distillée..... 1000 ml

- Solution fille étalon d'ion NO_2^- à 0,0023 g/l

Amener 1 ml de la solution mère à 100 ml avec de l'eau distillée.

2. Etablissement de la courbe d'étalonnage :

Dans une série de fioles jaugées numérotées, introduire successivement en agitant après chaque addition :

N° des fioles	T	I	II	III	IV	V
Solution fille NO_2^- 0,0023 g/l (ml)	0	4	5	10	15	20
eau distillée (ml)	50	49	45	40	35	30
Reactif de Zambilli (ml)	2	2	2	2	2	2

Attendre 10 mn et Ajouter

Ammoniaque pur (ml)	2	2	2	2	2	2
------------------------	---	---	---	---	---	---

correspondance NO_2^-

Effectuer les lectures au spectromètre à $\lambda = 435$ nm. Construire la courbe d'étalonnage.

3. Mode opératoire :

Prélever 50 ml d'eau à analyser; ajouter 2 ml de réactif de Zambilli. Agiter et laisser au repos 10 minutes. Ajouter ensuite 2 ml d'ammoniaque pur, effectuer la lecture au spectromètre à la longueur $\lambda = 435$ nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

4. Expression des résultats :

Pour une prise d'essai de 50 ml, la courbe donne directement la teneur en NO_2^- , exprimée en (mg/l) d'eau. Cette valeur multipliée par 0,305 donne la teneur en azote nitreux, exprimée en (mg/l) d'eau.

5. Remarques :

Opérer le dosage le plus rapidement possible après le prélèvement qui sera conservé à 4° C .

III. LE DOSAGE DE L'AZOTE AMMONIACAL :

Méthode d'acidimétrie

I. Réactifs:

- Carbonate de sodium solution à 100 g/l .
- Acide borique, solution à 10 g/l
- H_2SO_4 solution titrée à 0,02 N
- Indicateur de Tashiro (rouge de méthyle + bleu de méthylène)

2. Mode opératoire :

Introduire la prise d'essai de 50 ml dans un ballon de l'appareil de distillation . Ajouter 20 ml de la solution de carbonate de sodium et admettre la vapeur durant au moins 20 mn en recueillant le distillat dans 5 ml de solution acide borique. Ajouter quelques gouttes d'indicateur et d'une quantité suffisante d'eau pour assurer le barbotage.

Titrer avec H_2SO_4 0,02 N .

Effectuer un essai à blanc dans les mêmes conditions que le dosage.

3. Expression des résultats:

Soient :

V_1 : volume en (ml) de H_2SO_4 utilisé pour le dosage.

V_0 : Volume en (ML) de H_2SO_4 utilisé pour l'essai à blanc .

T : La normalité de H_2SO_4 T = 0,02 eq/g/l

V_2 : Volume de la prise d'essai $V_2 = 50$ ml.

La teneur en (mg/l) de l'azote ammoniacal est donnée par l'expression :

$$\frac{(V_1 - V_0) \cdot T \cdot 1000 \cdot 18}{V_2} \quad \text{en mg NH}_4^+ / \ell$$

$$\frac{(V_1 - V_0) \cdot T \cdot 1000 \cdot 14}{V_2} \quad \text{en mg N} / \ell$$

IV. DOSAGE DE L'AZOTE TOTAL (PROCÉDE KJELDHAL)

I. Réactifs :

- Acide sulfurique pur
- Solution de chlorure ferreux et HCl à parties égales
- Acide chlorydrique pur

- Mercure
- Hypophosphite de sodium
- Lessive de soude
- Solution saturée d'acide borique à 4 % 20 ml de cette solution peut retenir 100 mg d'ammoniaque.
- Solution H_2SO_4 N/14 .
- Solution d'hélianthine 2 %

2. Mode opératoire :

Concentrer dans un ballon la quantité convenable d'eau à analyser, en présence de 2 ml de H_2SO_4 pur. Quand l'évaporation est presque terminée ajouter 5 ml de la solution chlorure ferreux-HCl et 5 ml HCl pur afin d'éliminer l'azote nitreux et nitrique. Maintenir une douce ébullition jusqu'à complet dégagement des vapeurs nitreuses, puis évaporer presque à sec. Faire passer le résidu dans un ballon de Kjeldhal ainsi que les eaux de rinçage. Ajouter 10 ml de H_2SO_4 pur, incliner le ballon et chauffer à feu doux lorsque la matière a cessé de charbonner et devient moins noir, ajouter une goutte de mercure. Continuer à chauffer jusqu'à ce que le contenu du ballon soit devenu incolore ou tout au moins jaune paille. Laisser refroidir. Ajouter ensuite de l'eau distillée, l'élevation de la température est en général suffisante pour dissoudre tous les sels et en particulier le sulfate de mercure.

Introduire la solution ainsi que les eaux de rinçage dans un ballon de l'appareil à distillation. Amener à 200 ml environ à l'aide d'eau distillée. Précipiter le mercure par 2 g d'hypophosphite de soude. Si le précipité noir n'apparaît pas, chauffer légèrement le ballon, laisser refroidir. Alcaliniser franchement avec la lessive de soude. Distiller immédiatement en recueillant l'ammoniaque dégagé dans 20 ml de solution saturée d'acide borique, distiller environ la matière du liquide, puis titrer avec la solution d'acide sulfurique N/14 en présence d'hélianthine comme indicateur.

3. Expression des résultats :

Soit V le nombre de ml de solution de H_2SO_4 N/14 versés.
Ce nombre représente la quantité d'azote exprimée en mg contenue dans la prise d'essai .

V. CONDUCTIVITE

Méthodes instrumentale

I. Mode opératoire :

- Rendre le conductimètre prêt à l'emploi
- bien rincer la cellule de mesure avec la solution échantillon.
- Immerger la cellule dans l'échantillon; mesurer la température
- Régler potentiomètre d'équilibrage sur la valeur I
- Régler le secteur de gammes à I_{ms}
- Mettre l'interrupteur principal sur la position I
- Régler le secteur de gammes de façon que l'indicateur de Zéro soit encre dirigé vers le haut, mais à la gamme suivante vers le bas.
- Régler le potentiomètre d'équilibrage à des valeurs plus élevées jusqu'à ce que l'indicateur de zéro montre l'équilibre exact
- La valeur numérique exacte lue, multiplier par le facteur de gammes réglé donne la conductance recherchée (C_T)
- Mettre l'interrupteur principal sur la position zéro
- Bien rincer la cellule avec l'eau distillée et conserver la cellule dans l'eau distillée.

Pour trouver la conductivité spécifique à 20°C, multiplier la conductivité mesurée par le facteur de correction de la température f et par la constante de la cellule.

2. Conductivité et minéralisation :

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous et sa conductivité. Toutefois, la minéralisation déterminée par pesé du résidu sec n'est pas rigoureusement identique à celle calculée à partir de la conductivité, étant donné les erreurs inhérentes à la détermination de chacune de ces mesures.

VI. METHODE INSTRUMENTALE

- PH-mètre :

1. L'électrode : la concentration des ions H peut être déterminée dans une solution; à l'aide d'une électrode dont le potentiel change en fonction du PH; c'est à dire, les électrodes dont le potentiel suit l'équation : $E = E_0 + 0,0591 \text{Log} (H)$ (température = 25°C)

2. L'étalonnage du PH-mètre

a°) Solutions

- biphtalade de potassium 0,05 M (solution A)
 - . potassiumhydrogenophthelate $KHC_8H_4O_4$ 10,21 g
 - . eau distillée..... 1000 ml
- Cette solution doit être renouvelée toutes les six semaines
- Solution tampon de borate de sodium 0,05 M (solution B)
 - . borate de sodium..... 3,8 g
 - . eau distillée..... 1000 ml

b°) Variation de PH

Température (°C)	PH solution A	PH solution B
15°	4,00	9,27
20°	4,00	9,22
25°	4,01	9,19

c°) L'étalonnage :

L'électrode combinée est liée au PH-mètre. Le bouton "O-PH...mV" est sur la position PH quand on mesure, sur la position "O" quand on ne mesure pas. Mesurer la température de la solution et mettre le correcteur de la température à cette valeur, allumer le PH-mètre. Plonger l'électrode combinée dans la solution, remuer. Mettre le PH-mètre avec le bouton E sur la valeur de la solution (voir tableau). Rincer l'électrode avec l'eau distillée; plonger-la dans leur solution; le PH-mètre devrait donc indiquer la valeur de cette solution, ce qui ne sera jamais le cas. Avec le bouton "mV/PH" on élimine la moitié de la différence entre la valeur lue. Le reste de la différence est éliminée avec le bouton "E". Rincer de nouveau l'électrode; et introduisez-la dans la solution A. Si nécessaire mettre sur la valeur de la solution avec "E". Continuer comme décrit auparavant avec la deuxième solution puis I etc. Jusqu'à ce que la différence entre la valeur lue et la valeur exacte du PH est plus petite que 0,05

3. Mesure du PH :

On mesure la température de la solution, et on règle le PH-mètre sur cette température, on plonge les électrodes dans la solution à mesurer. On met le bouton "O-PH...mV" sur PH et on lit la valeur indiquée après

VI. LE DOSAGE DES ORTHOPHOSPHATES (>1 mg/l)

Methode au reactif sulfomolybdique

I. Reactifs :

- reactifs sulfomolybdique

. Solution A: molybdate d'ammonium 10 g

dissoudre le molybdate d'ammonium dans 70 ml environ d'eau distillée puis compléter à 100 ml

. Solution B: H_2SO_4 pur..... 150 ml
eau distillée..... 150 ml

verser l'acide sulfurique dans l'eau, melanger et laisser refroidir.

- Acide ascorbique

- Solution mère étalon de PO_4^{3-} à 1 g/l

. Phosphate monopotassique préalablement séché à 100°C..... 1,431 g

. Eau distillée..... 1000 ml

Amener 10 ml de la solution mère à 1000 ml avec de l'eau distillée pour avoir la solution fille étalon à 0,01 g/l .

2. Etablissement de la courbe d'étalonnage :

Dans une série de fioles coniques de 150 ml; introduire successivement

N° des fioles	T	I	II	III	IV
solution fille étalon à 0,01 g/l de PO_4^{3-} (ml)	0	4	8	12	16
eau distillée (ml)	40	36	32	28	24
correspondance en (mg/l) de PO_4^{3-}	0	1	2	3	4
Reactif sulfomolybdique (ml)	4	4	4	4	4
Acide ascorbique (g)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Porter chaque fiole à l'ébullition pendant 1 mn, agiter après refroidissement, transvaser les solutions dans des fioles jaugées de 50 ml, compléter le volume à 50 ml avec de l'eau distillée. Effectuer les lectures $\lambda = 608$ nm. Construire la courbe d'étalonnage.

3. Mode opératoire :

Dans 2 fioles coniques de 150 ml; introduire successivement :

Reactifs	Eau à analyser (ml)	Eau distillée (ml)	Reactif sulfomolybdique (ml)	Acide ascorbique (g)
A	40	0	4	0,1
B	0	40	4	0,1

Porter les fioles à l'ébullition pendant 1 mn, agiter après refroidissement transvaser les solutions dans les fioles de 50ml compléter le volume à 50 ml avec de l'eau distillée. Effectuer les lectures $\lambda = 608$ nm et tenir compte de la valeur luc pour le témoin, se reporter à la courbe d'étalonnage.

VIII. DOSAGE DE L'OXYGENE DISSOUS METHODE DE WINKLER

I. Reactifs :

- Solution de sulfate manganeeuse :
 - . dissoudre 480 g de sulfate manganeeux dans l'eau distillée et compléter à 1 litre
 - Reactif special :
 - . Solution A
 - . NaOH..... 500 g
 - . Iodure de sodium..... 135 g
 - . EAU distillée..... 1000 ml
 - . Solution B
 - . azoture de sodium (NaN₃)..... 10 g
 - . Eau distillée 40 ml
- Ajouter la solution B à 950 ml de la solution A, agiter
- Acide sulfurique concentré
 - Solution d'amidon
 - . amidon..... 1 g
 - . Eau distillée (bouillée)..... 100 ml
 - . Toluène (pour conservation)..... 1 ml
 - Solution mère étalon de thiosulfate de Na 1N
 - . Thiosulfate de Na..... 248,2 g
 - . Eau distillée bouillée et refroidie..... 1000 ml
 - . Chloroforme (pour conservation)..... 5 ml
 - Solution fille étalon de thiosulfate de Na 0,025N
 - . Solution étalon 1N..... 25 ml
 - . Eau distillée bouillée et refroidie..... 1000 ml
 - . Chloroforme pour conservation..... 5 ml
- 1 ml de cette solution correspond à 0,2 mg d'O₂ dissous.

2. Mode opératoire !

Introduire 200 ml d'eau à analyser dans un récipient à bouchon rodé de 250 à 300 ml, puis ajouter 2 ml de solution de sulfate manganeeux. Introduire bien au dessous de la surface 2 ml de réactif aux iodures alcalin et azoture de sodium. Bien fermer en ayant soin d'exclure les bulles d'air et mélanger par retournement, laisser reposer. Introduire 2 ml de H₂SO₄ concentré en le faisant couler sur les parois puis mélanger à nouveau jusqu'à dissolution complète. Laisser l'iode se répartir uniformément dans le flacon. Ajouter la quantité nécessaire de solution de thiosulfate de sodium 0,025N pour obtenir une coloration jaune paille claire. Ajouter 1 à 2 ml de solution fraîche d'amidon et terminer le titrage jusqu'à la première disparition de la couleur bleue.

3. Expression des résultats

Pour une prise d'échantillon de 200 ml, x donne la teneur en oxygène dissous exprimer en mg/l.

IX. DETERMINATION DE LA D.C.O

I. Réactifs :

- Acide sulfurique concentré
- Solution de sulfate d'argent
- Sulfate mercurique en cristaux
- Solution de sulfate de fer et d'ammonium 0,25N
- Solution de sulfate de fer et d'ammonium 0,05N

Le titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium doit être vérifié tous les jours.

- Solution de dichromate de potassium 0,25N
- Solution de ferroïne

2. Mode opératoire :

Introduire 50 ml (ou moins voir tableau) d'eau à analyser dans un erlen de 500 ml. Ajouter 1 g de sulfate de mercure cristallisé et 5 ml de solution de sulfate d'argent (chauffer si nécessaire, jusqu'à parfaite dissolution). Ajouter 25 ml de solution de K Cr O 0,25N, puis 70 ml de solution de sulfate d'argent. Porter à l'ébullition pendant 2 heures sous réfrigèrent à reflux. Laisser refroidir; diluer à 350 ml avec de l'eau distillée. Ajouter quelques gouttes de solution de sulfate de fer et d'ammonium pour obtenir le virage au rouge violacé.

3. Titrage de sulfate de fer et d'ammonium :

Dans un erlen de 500 ml, mettre 25 ml de dichromate 0,25N et 70 ml de H SO Concentré et compléter à 250 ml par de l'eau distillée. Ajouter quelques gouttes de ferroïne et déterminer la quantité nécessaire de solution de sulfate de fer et d'ammonium pour obtenir le virage au rouge violacé

$$T = \frac{K_2Cr_2O_7 \times 0,25 \text{ (ml)}}{Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \text{ (ml)}}$$

4. Calcul :

$$D.C.O = \frac{8000 (V_0 - V_1)}{V} \cdot T \text{ (mg/l)}$$

- V₁ : volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire au dosage (ml)
- V₀ : volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire à l'essai à blanc en ml
- T : titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium
- V : volume de la prise d'essai.

X. DETERMINATION D.B.O.5

Méthode de dilution :

I. Reactifs :

- Solution de phosphates
- Solution de sulfate de magnesium
- Solution de chlorure d'ammonium
- Solution de chlorure ferrique
- Solution de chlorure de calcium
- Mélange sulfochromique:

Verser l'acide sulfurique concentré dans un volume égale de solution aqueuse à 10% de dichromate de potassium.

2. Mode opératoire :

Préparation de l'eau de dilution :

Verser dans l'eau distillée les volumes suivants de reactifs :

- . Solution de phosphate I ml
- . Solution de sulfate de magnesium..... I ml
- . Solution de chlorure de calcium..... I ml
- . Solution de chlorure de fer..... I ml
- . Solution de chlorure d'ammonium..... I ml

Compléter à 1 litre avec de l'eau distillée .
Maintenir la solution à 20° C et l'aérer jusqu'à ce qu'elle contienne 8 mg/l d'oxygène, en prenant soin de ne pas la contaminer par addition de matières organiques ou de métaux. Préparer une dilution convenable c'est à dire telle que l'absorption de l'oxygène soit 50 à 60 % de la teneur initiale.

- Doser l'oxygène dissous dans le mélange
 - Remplir complètement un flacon avec ce mélange en veillant à ce qu'il ne reste aucune bulle d'air à l'intérieur. Pratiquer un essai témoin en dosant l'oxygène dissous dans l'eau de dilution .
 - Conserver les fioles à 20°C et dans l'obscurité.
- Mesurer l'oxygène dissous, subsistant au bout de 5 jours

3. Calcul :

Soit :

- D_0 : teneur en oxygène (mg/l) de l'eau de dilution au début de l'essai.
- D_5 : teneur en oxygène (mg/l) de l'eau de dilution au bout de 5 jours d'incubation .
- T_0 : Teneur en oxygène (mg/l) de l'échantillon dilué au début de l'essai
- T_5 : Teneur en oxygène (mg/l) de l'échantillon dilué au bout de 5 jours d'incubation
- f : facteur de dilution choisi tel que :

$$0,4 T_0 \leq T_5 \leq 0,6 T_0$$

La D.B.O₅; exprimée en (mg/l) d'oxygène , est égale à :

$$D.B.O = f \left(T_0 - \frac{T_5}{5} \right) - (f - 1) \left(D_0 - \frac{D_5}{5} \right)$$

4. Remarque :

Toute la verrerie utilisée doit être traitée, avant usagé, au mélange sulfochromique et soigneusement rincée.

oCo REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES oCo

- (1) J.P BEAUDRY / Traitement des eaux/
Ed: Le griffon d'argile..... 1984
- (2) T.BENKHLIF / Contribution à l'étude de la pollution de l'oued Mellah à Djelfa/ Thèse d'ingénieur I.N.A....1979
- (3) COMIDOR / Assainissement de la région de l'oued El-Harrach/
- (4) DEGREMONT / Memento technique de l'eau/
Ed: Degremont1978
- (5) W.ECKENFELDER / Gestion des eaux usées urbaines et industrielles/
Ed: Technique et documentation..... 1981
- (6) A.GAID / Epuration biologique des eaux usées urbaines/
Ed: O.P.U Alger..... 1984
- (7) M.T HENRY / Chimie des eaux/
Ed: Le griffon d'argile.....1984
- (8) A.HADDOM / Etude de la pollution de l'oued et du lac de Reghaia/
Thèse d'ingénieur I.N.A..... 1978
- (9) I.N.R.H / Annuaire hydrologique de l'Algérie/
I.N.R.H..... 1969-70
- (10) J.MARTIN / Le problème de l'azote dans les eaux /
Ed: Technique et documentation.....1979
- (11) OURABAH / Etude préliminaire du pouvoir auto-épuration de l'oued Sebaou/ Thèse d'ingénieur E.N.P.....1985
- (12) PESSON / La pollution des eaux continentales /
Ed: Gauthier- Villars..... 1978
- (13) J.RODIER / L'analyse de l'eau /
Ed: Dunod technique..... 1978
- (14) F.VINCEN / Biologie de la pollution /
Thème vuibert université biologie
- (15) / Code des eaux /
loi N° 83-17.....du 16 -7-1983
- (16) / Revue: technique de l'eau /
N° 6-85



LEGENDE

- • • Limites de zone industrielle
- Grande ville industrielle
- ville industrielle
- Les usines
- les agglomérations urbaines
- voie principale
- voie secondaire
- voie
- limites de parcelles
- El Oued
- limites de la zone d'étude sanitaire

Echelle 1/25000



PE 004/86



SONACOME
25-26-27

