

1 EX

وزارة التعليم و البحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT

GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT



PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

ETUDE ANALYTIQUE D'UNE EAU
POLLUEE PAR LES HYDROCARBURES
DE LA RAFFINERIE D'ALGER

Proposé par :

SONATRACH

Etudié par :

BOUZIANE A.E.K.

Dirigé par :

Mr: AMAMRIA

PROMOTION : JANVIER 86

Departement:
Auteur:
Ingénieur:

صناعة هندسة البيئة
وجه السيد عمامرة
السيد مهندي : بوزيان عبد القادر

- الموضوع
- الملخص
دراسة المياه الملوثة من طرف المحروقات لمصنات الجزائر
از الهدف من هذه الدراسة هو التحليل الكيفي و الكمي لماء ملوثة
بالمحروقات ، و اعطاء طريقة للتطهير دون اهمال محطة التطهير
الموجودة حاليا حتى توصل هذه الفضلات إلى المقاييس الدولية
و وضع نهاية لهذا التلوث

Sujet: Etude analytique d'une eau polluée par les hydrocarbures de la raffinerie d'Alger.
Résumé: Le but de cette étude est d'analyser qualitativement et quantitativement une eau, polluée par les hydrocarbures et de proposer un procédé d'épuration, tout en tenant compte, des ouvrages d'épuration existant, afin d'amener les rejets, aux normes Internationales; et mettre fin à cette pollution.

Subject: Analytical studie of waste water polluted by hydrocarbones in the raffinerie of alger
Abstract: this study's ain is to analyse qualitatively and quantitatively a waste water polluted by hydrocarbones and propose a process of recycling waste water ta king into account the existent recycling plants in order to balance the pollution with the international standards and finally put an end to this pollution.

EDICACES

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance

- a mes parents
- mes frères et sœurs
- a tous les amis.

BOUZIANE Abdelkader.

كلية التقنية الوطنية
 BIBLIOTHEQUE — المكتبة
 Ecole Nationale Polytechnique

— R E M E R C I E M E N T S —

Je tiens à adresser un vif remerciement à tous ceux
 qui, soit par leurs directives, soit par leurs conseils, n'ont
 ménagé aucun effort pour me permettre l'élaboration de cette
 étude.

- A mon promoteur Monsieur AMARRIL pour ces conseils
 durant l'élaboration de ce projet.
- Monsieur Nomane Chef de département
 A Monsieur KERRACHI pour ces conseils
- A tous les Professeurs ayant contribué à ma
 Formation.
- A Monsieur HEMMALI Chef du laboratoire de la
 Raffinerie pour son aide.
- A toutes les personnes ayant contribué de près ou
 de loin à l'élaboration de cette thèse.

Introduction.

01

- 1°/ Influence de la pollution sur l'homme.
- 2°/ Nuisances des eaux polluées par les hydrocarbures.
 - a) Effets sur les sols
 - b) Effets sur les cours d'eau et les mers
 - c) Effets sur la faune et la flore marines

I- Position du Problème.

04

- 1°) Lieu de la raffinerie de la Sonatrach.
- 2°) Description exacte de l'origine de l'eau à analyser.
 - a) Alimentation en eau d'appoint de la raffinerie
 - b) Caractéristiques de l'eau d'appoint
 - c) Bilan hydraulique
 - d) Devenir des eaux consommées
 - e) Sources des eaux résiduares.
 - f) Collecte et évacuation des eaux résiduares.
 - g) Epuration des eaux résiduares.
- 3°) Normes Internationales des Eaux Huileuses.

II- But du projet

11

- a) Analyse qualitative avant le traitement
- b) Analyse quantitative avant le traitement
- c) Traitements envisagés.
- d) Analyses qualitative et quantitative après traitement.

III- Rappel des méthodes d'analyse et des traitements des eaux polluées.

12

- 1°) Méthodes d'analyses disponibles
 - a) Le PH
 - b) La température
 - c) La demande chimique en oxygène.
 - d) Matières en suspension
 - e) Dosage des hydrocarbures
 - f) La demande biochimique en oxygène.

2°) Méthodes de traitement envisagés.

- a) Introduction
- b) Procédés physiques
- c) Procédés physico-chimiques
- d) Traitement des boues

IV- Analyse de l'eau polluée de la raffinerie de la sonatrach avant le traitement 18

- a) Prélèvements et échantillonnage.
- b) Détermination de la charge polluante
- c) Interprétation des résultats analytiques

V- Traitement de l'eau polluée 24

- a) Le déshuilage
- aa) Caractéristiques et fonctionnement
- bb) Entretien du bassin de déshuilage
- b) La filtration.

VI- Analyse de l'eau polluée après traitement 25

- 1°) le charbon actif en grains
- 2°) le charbon actif en poudre
- 3°) coagulation - floculation

VII- Interprétation générales des résultats analytiques 40

- a) Conclusion de la partie analytique
- b) Recommandations

VIII - Partie expérimentale 44

- 1°) Prélèvements et échantillonnage.
 - a) Conditionnement de l'échantillon
 - b) Détermination de la charge polluante.

- 2°) Analyse qualitative par chromatographie.
 - a) Extraction des hydrocarbures.
 - b) Séchage
 - c) Distillation.
 - d) Chromatographie gazeuse.

3°) Analyse quantitative.

- a) le PH
- b) la température
- c) la DCO
- d) la D₅
- e) les matières en suspension.
- f) les Hydrocarbures

4°) Traitement de l'eau polluée

IX- Conclusion générale. 54

X- Bibliographie. 55

Introduction : 1. 2. 3. 4.

Ces dernières années, une prise de conscience s'est éveillée au fait que le milieu de vie est de plus en plus menacé par une pollution toujours grandissante qui menace l'homme. Les progrès technologiques et industriels, l'augmentation du trafic, la forte expansion des villes en sont les causes principales.

En effet, tous les processus de combustion et les processus industriels dégagent des grandes quantités de gaz, de fumées, et des éléments en traces dans l'atmosphère et dans les canaux d'évacuation des eaux entraînant ainsi une action modificatrice sur le milieu recep- teur.

La notion de pollution des eaux est explicitée par des experts de la façon suivante :

" Un cours d'eau est considéré comme étant pollué lorsque la composition ou l'état de ses eaux sont directement ou indirectement modifiés du fait de l'action de l'homme."

Le problème de la pollution des eaux est devenu un des aspects, les plus inquiétants de la dégradation du milieu naturel et pourrait constituer à long terme un réel danger pour l'avenir de l'humanité, si des mesures énergétiques, tant sur le plan technique que législatif, ne sont pas prises. Certes, le développement industriel contribue à l'amélioration du niveau économique et social ; mais aussi à des retombées négatives qui impulsent une forte pression sur l'environnement.

Un espace surchargé, une prolifération de déchets en tous genre, une dégradation de l'hygiène, une élimination à l'état brut des résidus industriels sont les conséquences.

En ALGERIE, la pollution d'origine industrielle semble prendre une allure vertigineuse. L'étude de 55 unités industrielles a permis de faire le bilan suivant :

- 13 unités étaient "hautement dangereuses"
- 26 unités étaient "dangereuses"
- 16 unités présentaient des risques potentiels"

Quelques unes sont pourvues de systèmes anti-pollution dont l'efficacité, les performances et l'état de fonctionnement ne sont pas toujours vérifiés. Parallèlement ; la pollution active, s'est rapprochée

- 2 -

et développée autour des centres industriels urbains, créant ainsi ; de grandes villes dont les habitants versent quotidiennement leur flux polluant dans les milieux récepteurs, tels que le lac de RECHAJA, Oued - el-HARRACH et la mer.

Les initiatives de contre-pollution seraient la création d'espaces verts, de forêts récréatives, de parcs nationaux, de réserves naturelles et de parcs de loisirs. Tous les moyens doivent être mobilisés pour créer des outils de réflexions, d'intervention afin que la protection de l'environnement devienne un leitmotiv quotidien de nos préoccupations.

1°) - L'influence de la pollution sur l'homme.

L'homme est exposé à des agents contagieux qui sont transmis par les objets contaminés tels que l'air, l'eau et le sol.

Par le contact de l'eau polluée, l'homme est exposé à diverses maladies, telles que la tuberculose, les maladies endémiques, les infections et les parasitoses.

Le contact avec l'air pollué par le monoxyde de carbone, l'oxyde de soufre et l'oxyde d'azote entraîne des problèmes respiratoires, des maladies de yeux et des maladies de coeurs. La silicose est une maladie courante due à la respiration de poussière touchant principalement ceux qui travaillent dans les mines et la cimenterie.

En conclusion, la dégradation de l'environnement à un retentissement direct sur la santé et le bien être de l'homme, c'est un facteur déterminant de mortalité et de morbidité de l'homme.

2°) - Nuisances des eaux polluées par les hydrocarbures

Les rejets d'huiles des raffineries de pétrole représentent l'une des sources les plus importantes de pollution. Ces rejets contiennent de nombreuses substances toxiques, dont la présence même, en faibles concentrations, peut entraîner un arrêt de l'activité de la faune et la flore bactérienne.

a) Effets sur les sols.

Sur un sol souillé d'hydrocarbures, on remarque :

- Une diminution de la végétation.
- Une stérilité temporaire du sol.
- Des risques d'incendie.

Ces nuisances ont été constatées dans les domaines et fermes agricoles à proximité de l'Oued Adda.

b) Effets sur les cours d'eau et les mers.

Les pollutions fréquentés sont :

- La pollution chronique correspondante aux rejets des pétroliers
- La pollution massive provoquée par les déversements d'effluents des raffineries côtières.

Quant à la pollution des cours d'eau, celle-ci trouve surtout son origine dans les rejets de raffinerie de pétrole.

Nelson-Smith affirme que les composés d'hydrocarbures les plus légers sont les plus toxiques ; les hydrocarbures aromatiques parmi lesquels ; le toluène ; le benzène etc... sont des poisons violents pour tous les organismes vivants. Les concentrations allant de 10 à 90 P.P.M en benzène et en toluène, et de 4 à 5 p.p.m en naphthalène et en anthracène, sont des doses toxiques pour les poissons.

c) Effets sur la faune et la flore marines.

Les effets nocifs sur la faune et la flore sont les suivantes :

- Engluage
- Destruction massive d'oiseaux
- Destruction des coquillages et d'algues diverses.

Ces effets se manifestent à grande échelle quand la pollution est concentrée en particulier en cas de déversements accidentel.

Les effluents des raffineries peuvent avoir d'autres effets nocifs sur les eaux de surfaces.

I - Position du problème. 5, 6.

On se propose dans un premier temps ; d'analyser une eau rejetée après utilisation sous forme d'eau résiduaire industrielle dans l'Oued - Adda. Cette eau résiduaire, polluée essentiellement par les hydrocarbures de la raffinerie ; est traitée en un deuxième temps, afin de réduire sa concentration en hydrocarbures (normes tolérées inférieures à 5 p.p.m.)

1°)- Lieu de la raffinerie de la Sonatrach.

La raffinerie du pétrole d'Alger, se trouve en bordure du chemin de SIDI-ARCINE ; à une distance de 5 Kilomètres d'El-Harrach, à proximité de l'Oued-Adda (Voir schéma N°1). Ce dernier est un effluent de l'Oued El-Harrach qui se jette dans la mer Méditerranée.

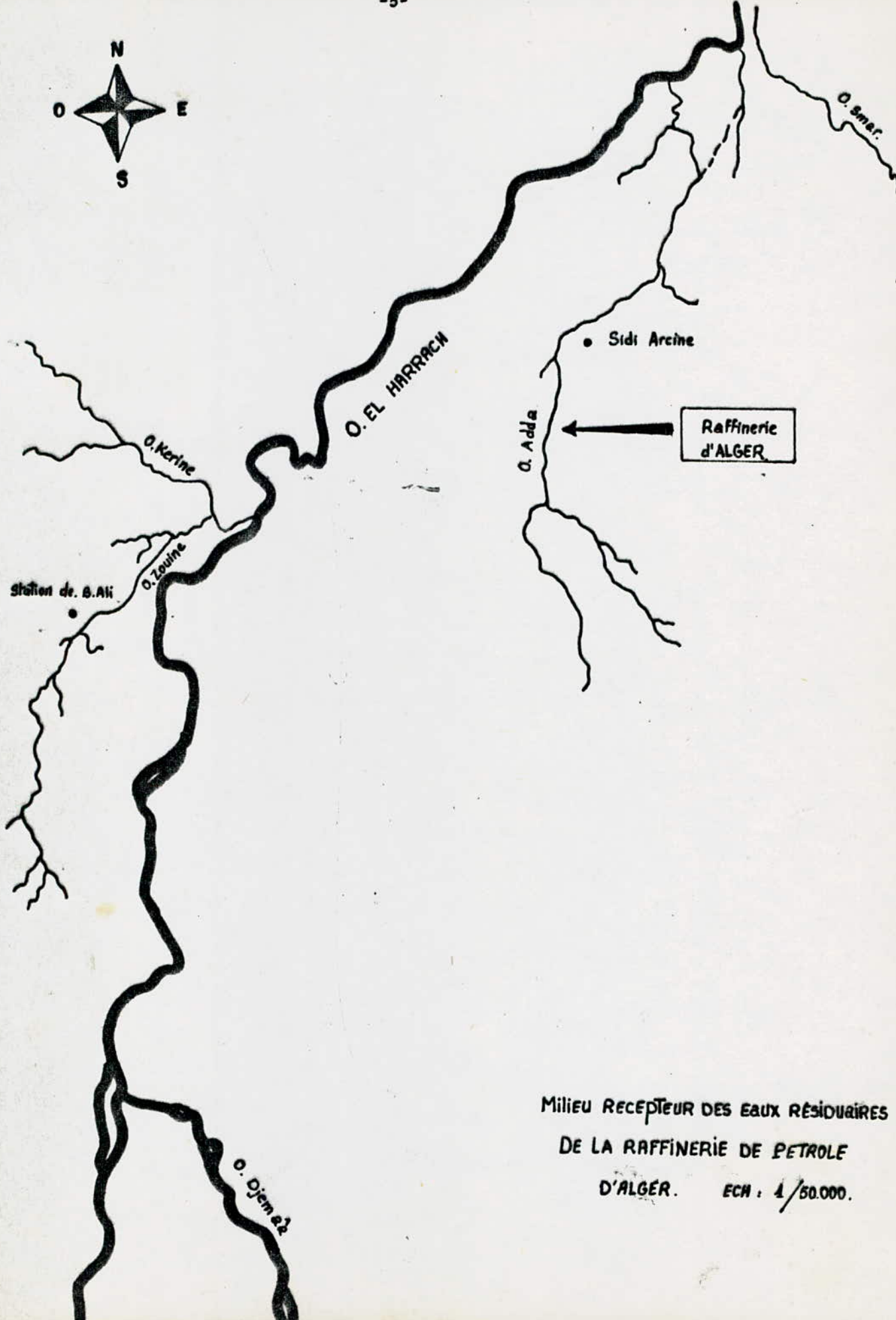
Les eaux résiduaires de la raffinerie d'ALGER sont susceptibles de polluer successivement l'Oued-Adda, Oued-El-Harrach et le milieu marin.

Par ses multiples activités, cette raffinerie est une grande consommatrice d'eau qu'elle rejette, après utilisation sous forme d'eau résiduaire industrielle. Le réseau hydrographique se trouve altéré, détériorant ainsi le milieu environnant et constituant par conséquent une source de pollution et de maladie pour la population.

2°)- Description exacte de l'origine de l'eau à analyser.

L'eau qu'on propose d'analyser et de traiter est une eau polluée essentiellement par les hydrocarbures. Cette eau polluée peut provenir des :

- Eaux de nettoyage des réservoirs ;
- Eaux de refroidissement ;
- Eaux pluviales ;
- Eaux de dessalement ;
- Eaux d'incendie ;
- Eaux des utilités.



MILIEU RECEPTEUR DES EAUX RESIDUAIRES
DE LA RAFFINERIE DE PETROLE
D'ALGER. ECH : 1/50.000.

Avant de décrire l'origine de l'eau polluée, il est important de présenter les eaux d'alimentation de la raffinerie.

a) Alimentation en eau d'appoint de la raffinerie.

L'industrie est une utilisatrice d'eau de premier plan, ses besoins dépassent considérablement ceux des villes. Le traitement d'une tonne de pétrole nécessite approximativement 0,3 à 0,5 tonne d'eau. Pour faire face à ces besoins en eaux ; la raffinerie dispose d'un groupe de 3 puits situés à l'intérieur de l'usine dont les débits sont :

Puit I	170 m ³ /h
Puit II	100 m ³ /h
Puit III	90 m ³ /h

L'eau de la raffinerie est stockée dans trois bacs :

- 1er bac pour l'incendie ;
- 2e bac pour le refroidissement des chaudières
- 3e bac pour les eaux potables.

b) Caractéristiques de l'eau d'appoint.

On se base sur les analyses effectuées en 1979, qui permettent de mettre en évidence les paramètres respectifs de l'eau brute et de l'eau décarbonatée par la chaux et filtrée. Les résultats sont portés sur le tableau suivant :

Caractéristiques	Eau brute	Eau décarbonatée/chaux et filtrée
PH à 20°C	7,25	9,60
TA (°F)	0,00	1,25
TAC (°F)	23,25	2,30
TH (°F)	31,30	10,50
THCa (°F)	22,00	6,50

Caractéristiques	Eau brute	Eau décarbonatée / chaux et filtré.
TH Mg (°F)	9,30	4,00
Chlorure(°F)	20,00	20,00
Chlorure (mg/l)	142,00	142,00
Conductivité (Ms à 20°c)	2100	1600

- TA (°F) : Titre alcalimétrique simple en degré français.
TAC (°F) : Titre alcalimétrique complet en degré français.
TH (°F) : Titre hydrométrique en degré français ou dureté en degré français.
THCa (°F) : Dureté calcique en degré français.
THMg (°F) : Dureté Magnésium en degré français.

c) Bilan hydraulique :

Les consommations d'eau se répartissent approximativement de la façon suivante (on se base sur le relevé de comptage d'avril 1984).

- Eau de réfrigération : 90 m³/h.
- Eau de chaudière : 12 m³/h.
- Eau d'incendie : 12m³ /h.
- Eau potable : 12 M³/h.
- Consommations non définies : 10 m³/h.

d) Devenir des eaux consommées.

Les eaux consommées se répartissent sous la forme suivante :

Eau consommée	Provenance
Réfrigération : 90t/h	Evaporation : 20-30 t/h.
	Déssalage : 20 t/h.
	Purge : 40-50 t/h.

Eau consommée	Provenance
Chaudière 12t/h	Purge : 4 t/h. Vapeur : _
Incendie 12 t/h	Exercices, retour au réseau par fonction de la perméabilité des aires
Eau potable 12 t/h	Station de traitement Fosses septiques centrales Lavages véhicules.

On constate que le débit des effluents est voisin de 40t/h hors pluie.

e) Sources des eaux résiduaires.

Les eaux résiduaires proviennent de :

1)- Eau résiduaire domestique

L'eau résiduaire domestique se compose de l'eau de cuisine, l'eau sanitaire et l'eau de laboratoire.

2)- Eau de pluie.

L'eau de pluie est huileuse ou non suivant les aires sur lesquelles elle tombe.

3)- Eau résiduaire des unités de fabrication.

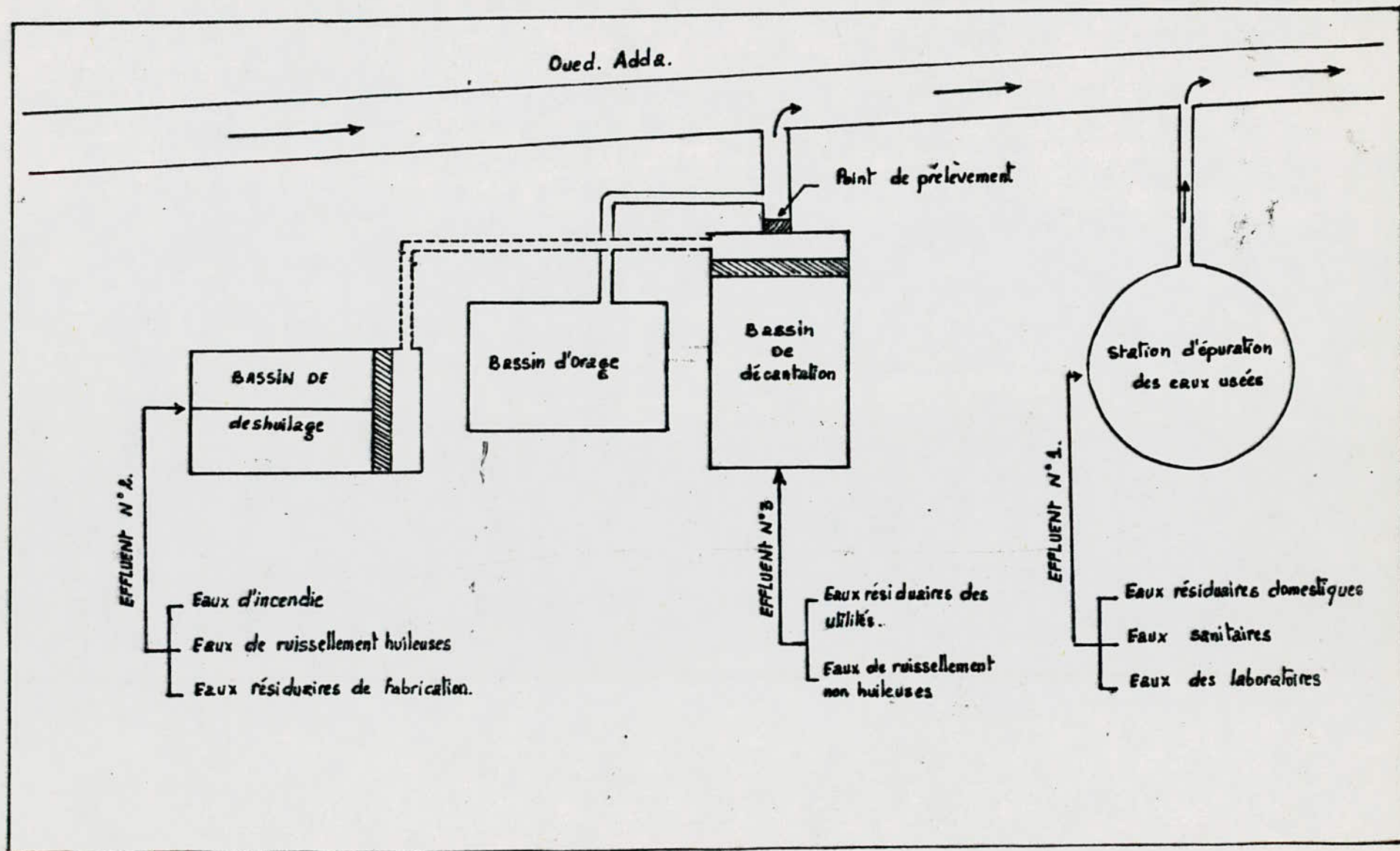
Cette eau regroupe l'eau de refroidissement, l'eau de nettoyage des réservoirs et l'eau d'incendie.

4)- Eau résiduaire des utilités.

Cette eau résulte des lavages ; des appareils de la station d'eau naturelle et le lavage des véhicules.

f) Collecte et évacuation des eaux résiduaires.

La collecte et l'évacuation des eaux résiduaires sont réalisées par un réseau séparatif qui permet de distinguer les trois effluents suivants (voir schéma n°2).



Schema 2. Collecte et évacuation des eaux résiduaires de la raffinerie de pétrole d'ALGER.

* L'effluent N° 1.

Il comprend les eaux résiduaires domestiques qui renferme :

- Les eaux Sanitaires.
- Les eaux de cuisine.
- Les eaux de laboratoire.

* L'effluent N° 2.

Il regroupe les eaux d'incendie, les eaux de pluie huileuse et les eaux de fabrication.

* L'effluent N° 3.

Il regroupe les eaux résiduaires des utilités, les eaux de ruissellement non huileuses. Le système séparatif a été adopté pour réaliser une épuration spécifique à chaque type d'effluent.

g) - Épuration des eaux résiduaires.

L'effluent n° 1 des rejets domestiques est rejeté sans traitement préalable dans l'Oued - Adda. Par contre, les effluents n° 2 et n° 3 subissent les traitements primaires.

L'effluent n° 2 est évacué dans un bassin de deshuilage où il est deshuilé et filtré.

L'effluent n° 3 est évacué dans un bassin de décantation où il subit une décantation et filtration à travers des bottes de foin.

Ces deux derniers effluents sont ensuite rassemblés dans un même évacuateur avant d'être déversé dans l'Oued-Adda.

3°)- Normes Internationales des eaux huileuses.

Notre objectif est d'atteindre les normes tolérées qui figurent dans le tableau suivant:

Caractéristiques	Normes
Ph	5,5 - 8,5
Température	30° C
Matières en suspension (MES)	30 mg/l
Demande chimique en oxygène (DCO)	120 mg/l
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	30 mg/l
Matière organique (M.O)	20 p.p.m

Caractéristiques	Normes
Phénol	0,5 mg/l
Plomb	0,1 mg/l
Hydrocarbures	< 5 ppm.

II - But du projet.

Le but de ce projet est dans un premier temps d'analyser qualitativement et quantitativement l'eau polluée par les hydrocarbures, et dans un second temps de trouver un procédé d'épuration, tout en tenant compte des ouvrages d'épuration mis en place, afin d'amener les rejets vers l'Oued Adda aux normes internationales et ainsi réduire cette pollution.

a) - Analyse qualitative avant le traitement.

La chromatographie est la méthode d'analyse la plus adéquate pour identifier les différents polluants organiques contenus dans l'eau.

b) - Analyse quantitative avant le traitement.

L'analyse quantitative permet de nous donner une idée générale sur la quantité de matières polluantes, on la définit par :

- La demande chimique en oxygène
- La demande biochimique en oxygène
- La matière en suspension
- Le dosage des hydrocarbures
- Le pH et la température

c) Traitements envisagés.

Les traitements que nous avons envisagés, d'une efficacité d'épuration supérieure pour les eaux polluées par les hydrocarbures, sont :

1°) - Adsorption sur le charbon

- a) charbon actif en grain.
- b) charbon actif en poudre.

2°) - Coagulation - Flocculation par :

- a) le chlorure Ferrique et la chaux.
- B) le sulfate d'aluminium et la chaux.

d) Analyse qualitatives et quantitatives après traitement.

Il s'agit d'analyser l'eau traitée par :

- Chromatographie
- Dosage des hydrocarbures
- Demande chimique en oxygène (DCO)
- Demande biochimique en oxygène (DBO 10/5)

III. Rappel des méthodes d'analyse et des traitements des eaux polluées
7, 8, 9, 10, 11, 12, 13.

L'estimation de la pollution organique est un problème complexe et délicat qui fait appel à des dosages et des tests. du fait même de la nature très diverse des matières organiques et les différents stades de dégradation, il n'est possible de considérer qu'une seule méthode ou un seul test puisse permettre de saisir des données de l'ensemble de ce problème. Dans ce cas nous avons considéré plusieurs méthodes d'analyse et de traitements disponibles au laboratoire de la raffinerie.

1°) - Méthodes d'analyse disponibles.

Les analyses disponibles que nous avons fait sont :

- a) le Ph.

Il nous renseigne sur l'acidité ou la basicité du milieu. Des PH très bas ou très élevés peuvent être néfaste pour les traitements physico-chimiques et biologiques. Il doit être compris entre 6 et 9/

b) La température

La température des eaux usées influence ^{sur la} solubilité de l'oxygène et l'activité des micro-organismes qui interviennent lors des processus de biodégradation de la matière organique.

c) La demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la quantité d'oxygène en mg/l consommée par une eau et mesurée par réduction de dichromate de potassium en milieu acide et à l'ébullition sous reflux pendant deux heures. Elle est relative à l'ensemble des matières réductrices présentés dans une eau de matière minérale ou organique et susceptible d'être oxydées chimiquement. Dans un effluent pétrolier la DCO mesurée est surtout constituée par les hydrocarbures.

d) La demande biochimique en oxygène (DBO20/5).

C'est la quantité d'oxygène exprimée en mg/l nécessaire pour oxyder les matières organiques contenues dans une eau résiduaire à l'aide des micro-organismes en 5 jours à la température de 20°C à l'abri de la lumière.

La mesure de la DBO 20/5 des effluents pétroliers est difficile pour les trois raisons citées ci-dessous :

- * La plupart des hydrocarbures ne sont pas normalement dégradables, sinon très lentement (25 - 30 jours).
- * Ils viennent d'être adsorbés sur les boues biologiques de l'ensemencement en bloquant l'activité de celles-ci.
- * Des composés toxiques co-présents avec les hydrocarbures peuvent inhiber les processus biologiques.

REMARQUE :

Le rapport DCO/ DBO 5 exprime la biodégradabilité des substances polluantes.

Les rejets sont d'autant plus biodégradables que le rapport s'approche de 1.

Si le rapport est inférieur à 2 ; l'effluent peut être facilement épuré par les traitements biologiques classiques.

Si le rapport se situe entre 2 et 5 ; les micro-organismes habituels ne sont pas capables d'opérer une dégradation complète, d'où la nécessité de procéder à l'épuration soit par un traitement chimique préalable, soit par un apport de micro-organismes spécifiques de l'effluent chimique dominant dans l'eau résiduaire.

e) Matières en suspension (MES)

C'est la matière sèche du résidu de filtration d'un volume d'effluent exprimé en mg/l. Les matières en suspension peuvent donner une idée sur les risques d'envasement de l'émissaire, si on connaît sa vitesse d'écoulement.

f) Dosage des hydrocarbures.

Ce sont les produits hydrocarbonnés extractibles par le tétrachlorure de carbone, ces produits peuvent se trouver dans l'effluent sous deux formes.

1. en flottation :

Dans ce cas, ils sont éliminés en grande partie dans le bassin des-huileur.

2. En émulsions : on a deux catégories :

a) Emulsions primaires.

Quand la taille moyenne des gouttelettes est de 10 μ m. Après une agitation, ils peuvent être éliminés par le bassin des-huileur.

b) Emulsions secondaires

Quand la taille moyenne des gouttelettes d'hydrocarbures est de l'ordre de quelques microns, celles-ci représentent une grande stabilité et peuvent être par conséquent considérées comme une pollution dissoute que l'installation d'épuration existante sur place ne peut les éliminer. Le dosage des hydrocarbures renseigne sur les transferts de gaz entre la phase aqueuse et l'atmosphère et sur les conséquences qu'ils peuvent entraîner dans le milieu récepteur.

2°) Méthode de traitement envisagées.

a) Introduction

Le traitement des eaux polluées par les hydrocarbures a pour but l'élimination plus ou moins poussée des éléments étrangers contenus dans cette eau par un éventail de méthodes physico-chimiques et physiques.

b) Procédés physiques

Ce sont des procédés n'employant pas de coagulation par l'addition de réactifs solubles et qui se divisent en procédé par décantation simple s'appliquant aux pollutions fréquentes et massives et en procédé par adsorption.

1 - Décantation simple.

La séparation de l'huile par simple décantation repose sur l'existence d'une vitesse ascensionnelle de remontée des gouttelettes d'huile dans l'eau en raison de la densité de l'huile qui est inférieure à celle de l'eau. Cette vitesse s'exprime suivant " la loi de Stokes ".

$$V = \frac{g \cdot 10^{-2} (f - f_n) D^2}{18 \nu}$$

V : Vitesse de remontée en m/s
D : Diamètre d'un globule d'huile en m
G : Accélération de la pesanteur en m/s²
f_n : Masse volumique des globules d'huile en kg/m³
f : Masse volumique de l'eau en kg/m³
ν : Viscosité du liquide en poiseuille à la température considérée.

Donc cette vitesse est proportionnelle au carré du diamètre des globules d'huile et à la différence des densités entre les huiles et l'eau.

2 - Adsorption.

Différents produits sont disponibles dans le commerce, qui ont un haut pouvoir d'adsorption vis à vis des hydrocarbures. Il peut s'agir soit des produits organiques soit des produits minéraux.

* Parmi les produits minéraux on a :

- Les diatomées
- Le laitier expansé
- La poudre de craie.

* Parmi les produits organiques on a :

- La farine de bois
- Le charbon actif en grain et en poudre.
- Le foin.

c) Procédés physico-chimiques de déshuilage.

Il existe plusieurs procédés physico-chimiques, qui sont :

- coagulation - flottation
- coagulation - décantation
- coagulation - floculation
- flottation par l'air
- dispersion des hydrocarbures.

Pour notre étude nous avons envisagé la coagulation - floculation :

Dans toutes les hypothèses de traitement, la coagulation en est la première phase qui consiste à destabiliser l'état colloïdal en rompant les forces électrostatiques présentes par l'addition d'un coagulant constitué par un sel d'alumine ou de fer dont la dissolution entraîne la formation de charges électropositives ensuite, la précipitation d'un gel d'hydroxyde d'aluminium ou de fer.

La floculation consiste en une action généralement mécanique de brassage doux à favoriser la rencontre des globules d'huiles et du floc d'hydroxydes en provoquant l'adsorption des premières sur les seconds.

d) Traitement des boues.

Le traitement des boues passe par différents procédés

1- Épaississement des boues d'épuration.

Après la décantation un épaississement est nécessaire. Il est effectué dans des cuves cylindroconiques quelques fois raclées par des bras épaississeurs ou dans des cuves cylindriques dont le fond doit être raclé systématiquement ; les charges spécifiques sont de l'ordre de 10 à 30 kg MS/m² de surface d'épaisseur. Après cet épaississement les boues présentent des humidités de 90 - 95 %, exceptionnellement de 87 - 88 % avec l'emploi de chaux.

2 - Conditionnement de boues.

Avant désydratation un conditionnement doit être assuré par l'adjonction soit de la chaux, soit de flocculants poly-électrolytes, soit de la farine de bois ou de cendre afin de permettre le bon fonctionnement de l'appareil assécheur. Ce conditionnement accroît la concentration des boues et surtout diminue considérablement leur résistance spécifique à la filtration.

La consommation de chaux vive peut atteindre 3 - 5kg/m³ de boues épaissie

3 - Désydratation des boues

Deux techniques sont applicables actuellement :

1°) La séparation centrifuge dans des décanteuses continues permettant des accélérations de 1000 à 3000 g et des vitesses de séparation de l'ordre de 10 m³/h/m². Les doses de floculant anhydre peuvent varier de 1 - 5 kg par tonne de matière sèche.

2°) La filtration sous vide : La filtration continue des boues se réalise sous des vides industriels de 500 à 700 mmHg, l'épaisseur du gâteau varie de l'ordre de 5 à 20 mm.

Le temps de formation du gâteau sur un filtre industriel est de quelques minutes, la vitesse de rotation du tambour est de l'ordre de 8 - 15 t/h.

Dans le cas des boues de raffinerie, l'adjonction d'une précouche est la seule possibilité de filtration. Le tambour ne comporte qu'une seule cellule en communication avec la source de vide.

Le filtre est recouvert avant l'opération de filtration d'une couche de 40 - 50 mm, d'une matière de porosité convenable (diatomée, farine de bois, cendres volantes...). Un racloir très rigide équipé d'une avance micrométrique réglable évacue une pellicule de précouche simultanément au gâteau et permet de maintenir une surface de filtration toujours propre.

La consommation de farine de bois peut atteindre 30 à 40 kg/m³ de boue épaissie à filtrer. Les boues obtenues présentent 80 à 60 % d'humidité.

4 - Incinération des boues

Les combustibles étant disponibles en raffinerie à des prix relativement bas, la combustion des boues est souvent faite directement sans séchage, donc sous forme liquide de celles-ci dans des fours à pyrolyse où la boue liquide est dispersée, évaporée et incinérée à 800 - 1000°C. Dans le cas où les boues sont séchées, et donc sous forme de gâteaux de 80 à 60 % d'humidité, leur combustion doit en être faite dans les fours à tambour, à lit-auxiliaire fluidisé ou à soles multiples.

IV. Analyse de l'eau polluée de la raffinerie de la sonatrach avant le traitement.

- a) Prélèvements et échantillonnage.
(voir partie expérimentale, chap. 9).
- b) Détermination de la charge polluante.

Pour mieux saisir l'importance de cette étude et justifier le choix du type de traitement à appliquer, nous allons analyser les différents paramètres de pollution d'un échantillon moyen prélevé chaque mardi.

Les résultats sont portés sur le tableau suivant : (N° 1).

! date de préle- ! vement	! P.H	! Tempé- ! rature	! DBO	! DBO ! 20/5(mg/l)	! MES ! (mg/l)	! H-C ! (mg/l)	! Observation!
! 01 Oct 85	! 7,5	! 31°c	-	! 65	! 90	! 15	! TEMPS SEC
! 08 " "	! 7,2	! 29°c	-	! 15	! 25	! 5	! "
! 15 " "	! 7,2	! 27°c	-	! 80	! 76	! 15	! "
! 29 " "	! 7,2	! 23°c	-	! 90	! 45	! 5	! "
! 05 Nov "	! 7,0	! 28°c	-	! 115	! 49	! 5	! "
! 12 " "	! 7,3	! 31°c	-	! 110	! 63	! 15	! "
! 19 " "	! 7,4	! 27°c	-	! 140	! 120	! 5	! "
! 03 Déc "	! 7,2	! 21°c	-	! 180	! 65	! 15	! Temps pluvi al
! 08 " "	! 6,38	! 20°c	! 28,5	! 8,85	! 55	! 5	! "
! 10 " "	! 7,4	! 20°c	! 30,6	! 10	! 60	! 5	! "
! 15 " "	! 7,6	! 25°c	! 72	-	! -	! 10	! "
! 17 " "	! 7,8	! 22°c	! 40	! 10	! -	! 5	! "
! 21 " "	! 7,6	! 23°c	! 38	! 12	! -	! 5	! "
! 24 " "	! 7,5	! 20°c	! 68	! 20	! -	! 15	! "

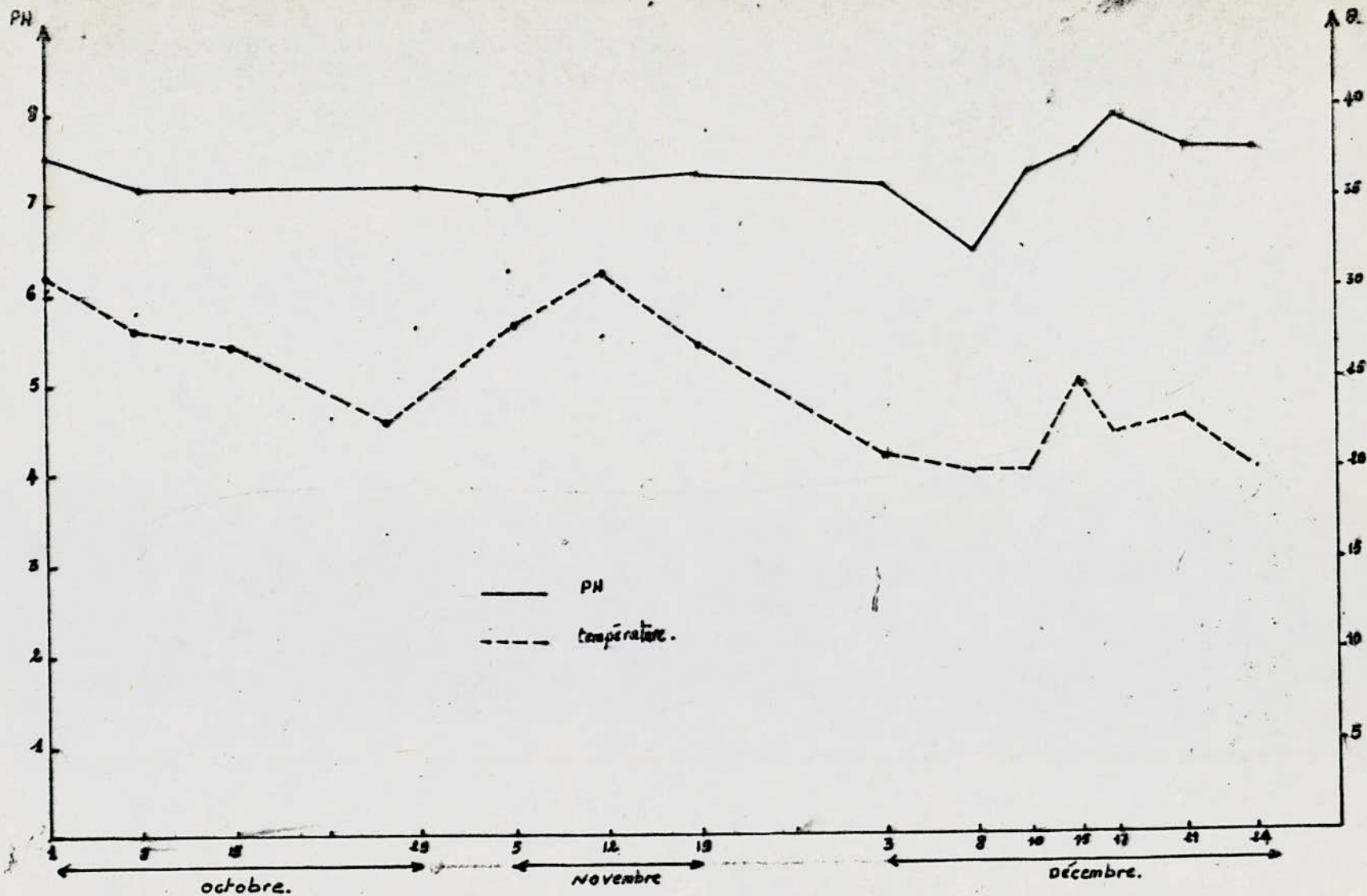


Fig 1. variation des paramètres physiques de l'effluent
moyen au point de rejet.

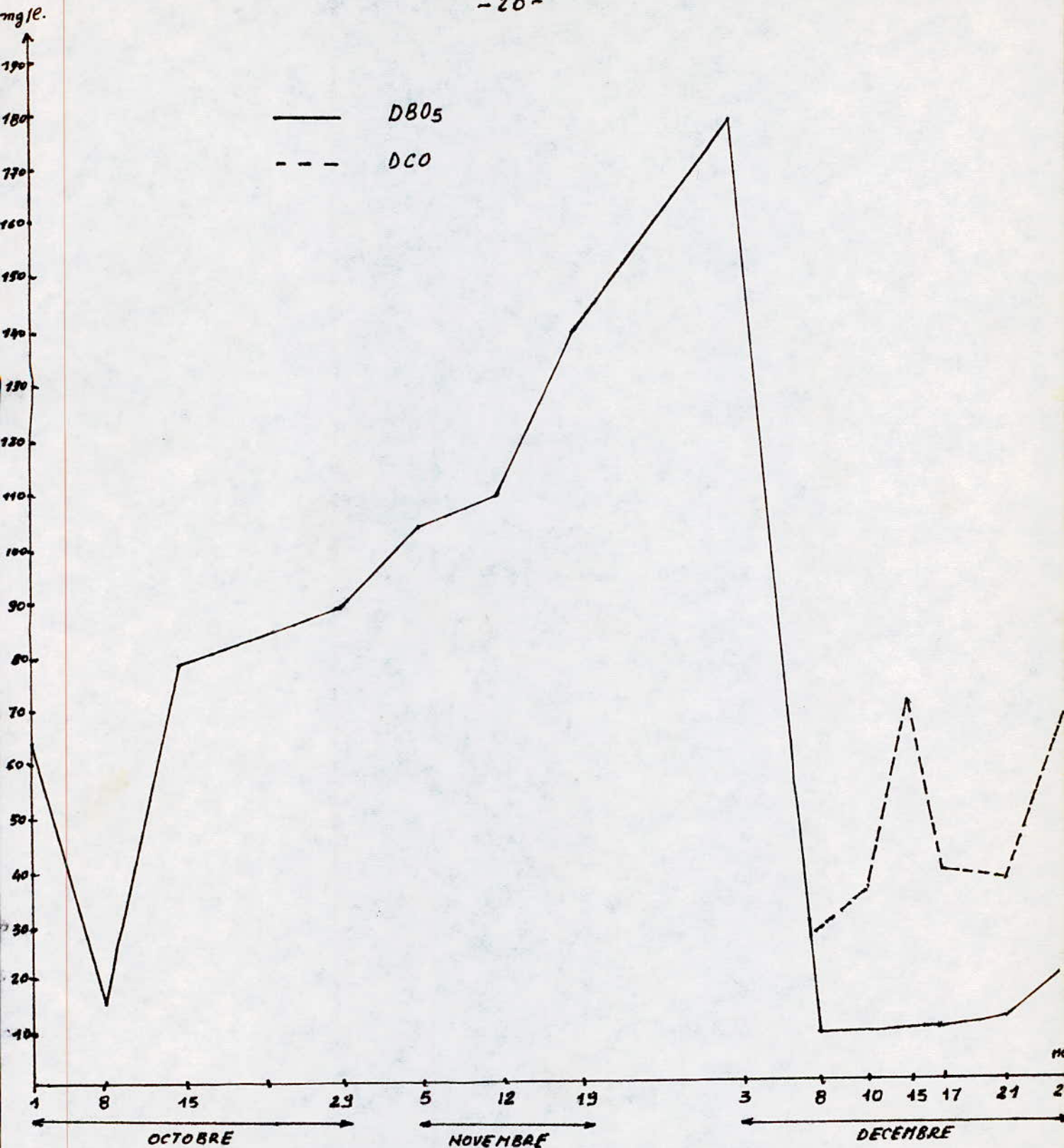


Fig 3: Variation des parametres de pollution durant la periode d'experimentation au point de rejet

- 24 -

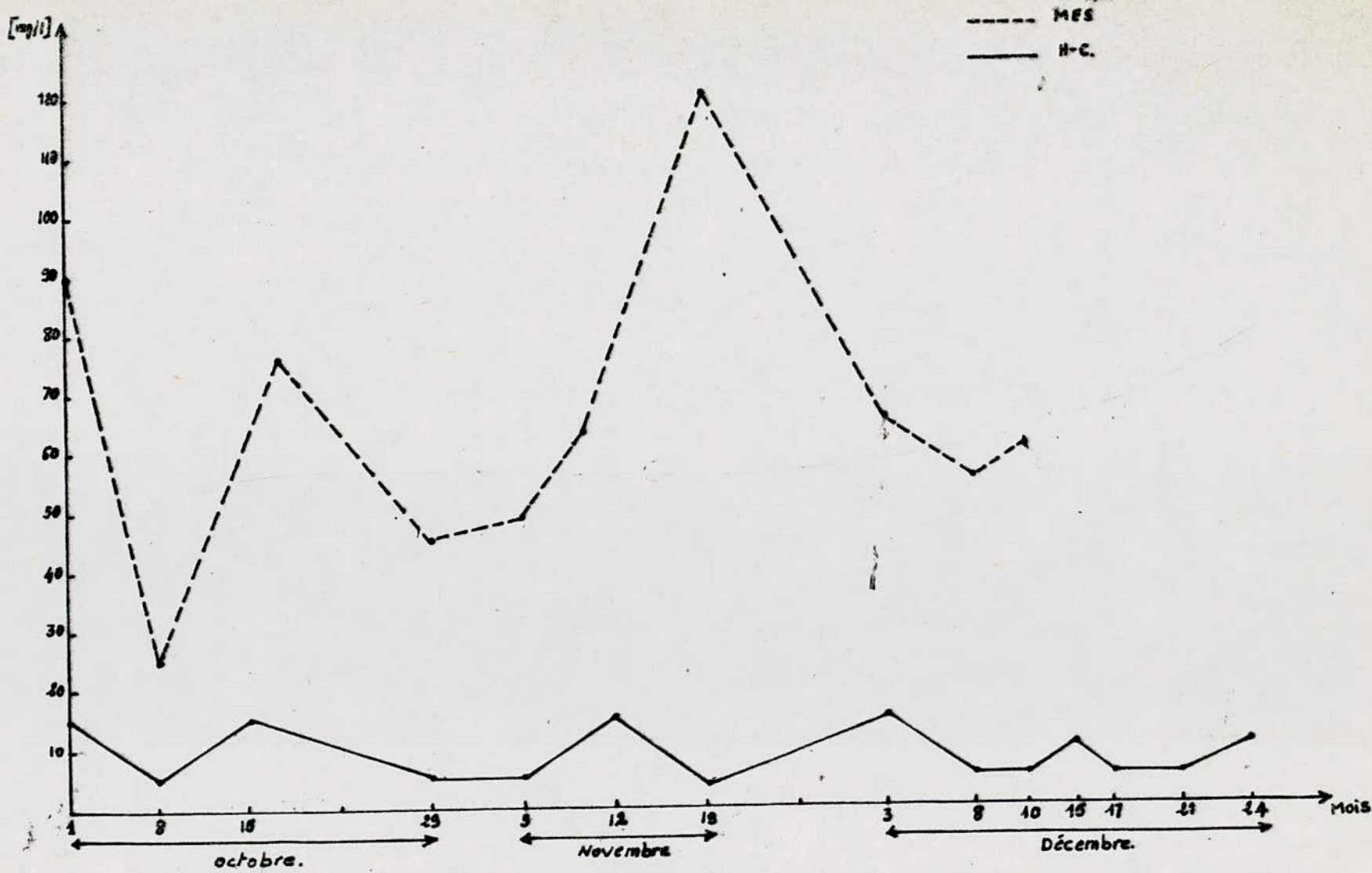


Fig. 2. variation des paramètres de pollution durant la période d'expérimentation au point de rejet.

c) Interprétation des résultats analytiques.

* Le PH. La figure N°1 nous révèle de faibles variations du PH en fonction du temps. La valeur moyenne du PH est de 7,3, donc il est approximativement neutre.

Les valeurs du PH de l'effluent huileux étudié sont dans les normes, de ce fait il ne s'impose pas l'adjonction d'acide.

* La température. Comme le montre la fig. 1, il y a une variation remarquable de la température. Elle varie de 31°C à 20°C. La moyenne est de 24,8°C, donc elle favorise la solubilité de l'oxygène et l'activité des micro-organismes.

* Les matières en suspension (MES).

Ces matières proviennent essentiellement des particules solides entrainées lors du lavage des citernes vidange des réservoirs de stockage du pétrole brut.

Comme le montre la fig.2, la MES est relativement importante ; elle varie entre 25 mg/l. et 120 mg/l. Dans le but d'éliminer la partie importante de cette pollution, nous avons envisagé un traitement de coagulation-floculation, ceci permet de rabaisser la charge en MES.

* Les hydrocarbures.

Ces composés constituent l'élément essentiel à éliminer, ils proviennent des réservoirs de stockages des unités de fabrication et lavage des réservoirs.

Les concentrations de l'effluent en hydrocarbures varient de 5 à 15 mg/l, cependant, ces chiffres sont élevés par rapport aux normes internationales, il est donc nécessaire de faire subir à l'effluent rejeté un traitement. Nous avons opté pour l'adsorption par le charbon actif et par coagulation-floculation pour abaisser la teneur des hydrocarbures.

* La demande chimique en oxygène (DCO).

La DCO dépend de la teneur en hydrocarbures et des matières en suspension, comme le montre la fig 3, elle varie entre 72 et 28 mg/l. Par le traitement d'adsorption et de coagulation-floculation, une grande partie sera éliminée.

* La demande biochimique en oxygène (DBO_{20/5}).

La plus grande partie des hydrocarbures est non biodégradable, les résultats de DBO 20/5 sur le tableau (N°1) montre bien qu'ils sont faibles par rapport aux résultats de DCO.

Les rapports entre DCO et DBO 5 varient entre 2,5 et 4, ce qui signifie que l'effluent huileux étudié ne sera pas bien biodégradable.

V. Traitements de l'eau polluée. 13, 14.

Dans le paragraphe précédent nous avons indiqué l'existence d'un système séparatif pour collecter et évacuer les différents effluents de la raffinerie.

Dans le but de récupérer les huiles, on fait séjourner l'effluent dans le séparateur d'huile qui permet également la sédimentation des matières décantables.

Le déshuilage dans le bassin longitudinal A.P.I et la filtration à travers des filtres à foin constituent les procédés de traitement de l'effluent huileux existant à la raffinerie.

a) Le deshuilage.

Les eaux huileuses sont traitées dans un bassin de deshuilage du type A.P.I, qui élimine les huiles de densité inférieure à 0,92. CE bassin comprend deux compartiments parallèles.

Un écrémeur permet de recueillir les huiles en surface et de les rejeter dans un ballon enterré. De là, un groupe d'électro-pompe les retourne aux réservoirs d'huiles récupérées qu'on appelle "Slops".

aa) Caractéristique et fonctionnement.

Le bassin a été dimensionné pour un débit de 374 m³/h. En considérant les débits estimés actuellement, il doit ressortir un bon fonctionnement du bassin de deshuilage vis à vis des huiles flottables. La conception des deux compartiments facilite normalement l'entretien et le nettoyage du bassin de deshuilage qui s'envase rapidement à cause de la charge importante de l'effluent en matières décantables. Pendant qu'un compartiment est au nettoyage, l'autre fonctionne normalement.

bb) Entretien du bassin de deshuilage.

Un entretien sérieux favorise un bon fonctionnement du bassin de deshuilage, le nettoyage est réalisé qu'une fois par an consiste à :

- aspirer les huiles flottantes et les verser ailleurs.
- ramasser la vase pour l'incinérer.
- Evacuer les eaux de lavage vers l'Oued adda.

Il en résulte une grande pollution du milieu receveur par les eaux très souillées.

b) La filtration.

Des huiles de densité supérieure à 0,92 et des matières en suspension existent dans l'effluent huileux à la sortie du bassin de déshuilage.

Pour pallier à ce problème des filtres à foin ont été installés. Ces derniers permettent une épuration efficace à un coût très intéressant. C'est précisément ce type de matériaux qui est utilisé à la raffinerie de pétrole d'ALGER.

- Trois séries de 3 filtres sont disposées verticalement à l'aval du bassin de déshuilage.

- Trois séries de 1 filtre et de 2 filtres à l'aval du bassin de décantation.

- Un filtre dans l'évacuateur final.

Conclusion :

L'installation implantée à la raffinerie élimine la majeure partie de la pollution décantable et flottante ; néanmoins la pollution dissoute encore présente dans l'effluent décanté demeure importante à des teneurs dépassant les normes internationales.

Dans ce cas, notre objectif va porter sur l'élimination de cette dernière par un procédé physico-chimique tel que : l'adsorption sur charbon et la coagulation-floculation.

VI - Analyse de l'eau polluée après traitement.

Après les traitements cités au chapitre précédent, les échantillons de l'eau polluée ont été analysés par les méthodes suivantes :

* Adsorption

- charbon actif en grain
- charbon actif en poudre.

* Coagulation-floculation

- $FeCl_3 + CaO$
- $Al_2(SO_4)_3 + CaO$.

1°) Le charbon actif en grain.

a) Définition.

Le charbon actif est un terme général qui décrit une large gamme de substances amorphes carbonées, préparées "activées" de façon à posséder un très haut degré de porosité.

Le charbon actif possède des champs d'action très étendus dans le domaine de la purification.

b) Fabrication du charbon actif.

Les matières premières qui servent à la fabrication du charbon actif sont : la tourbe, le bois, les écorces du cocotier, le lignite, le coke, l'antracite, ou toutes autres matières végétales pouvant se carboniser. Ils sont obtenus par attaque chimique ou thermique d'une partie de la matière première.

c) Avantages du charbon actif en grain.

* Tant qu'il n'est pas saturé, il permettra toujours d'agir en "barrière" face à une pollution accidentelle et non détectée à temps.

* Une fois saturé, il peut être régénéré et remis en place, ce qui est intéressant du point de vue économique.

d) Inconvénients du charbon actif en grain.

En présence des polluants variés, une sélection s'opère de deux manières :

* Certains polluants sont fixés en plus grandes quantités que d'autres et ont tendance à déplacer d'autres polluants.

* Certains produits sont très bien adsorbés mais à une vitesse extrêmement faible.

e) Les résultats sont portés sur le tableau N°2.

- Échantillon 81285
- Volume. 500 ml
- Température. 20°C, PH. 6,38.
- Temps de contact 1heure
- 1'heure du prélèvement 8h30.

Méthode JAR-test.

N°	Charbon en grain dose(g/l)	PH	DBO5(mg/l)	DCO(mg/l)	H-C(mg/l)
1	0	6,38	8,85	28,32	5
2	1	7	7,37	27,75	5
3	1,5	7,1	6,15	23,62	4,5
4	2	6,9	5,9	22,03	4
5	2,5	6,6	5,9	15,85	4

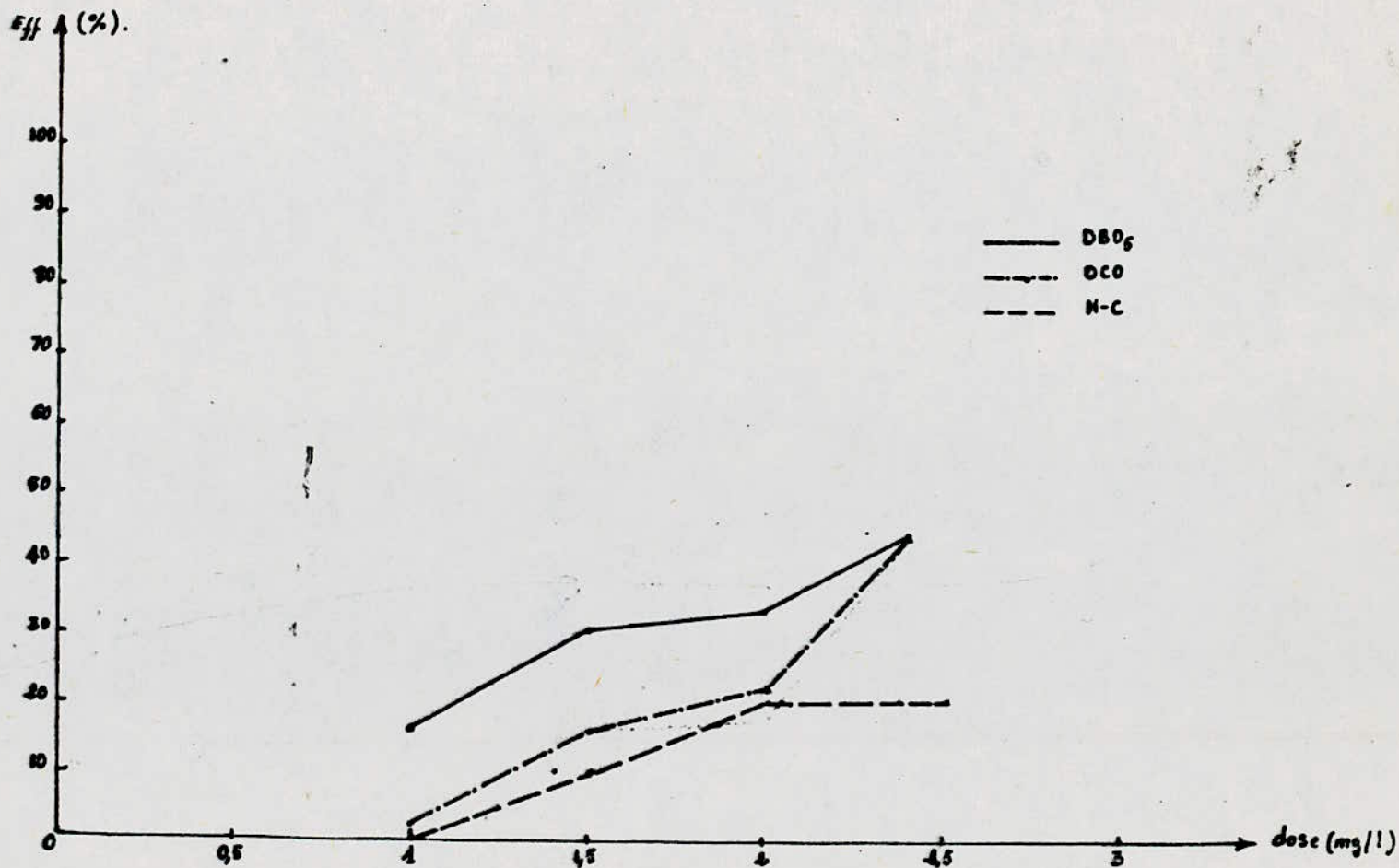
L'efficacité du traitement est présentée dans le tableau suivant (N°3)

N°	% DBO 5	% DCO	% H-C
2	16,66	2	0
3	30,50	16,2	10
4	33,33	22,2	20
5	44,44	44	20

Interprétation

On voit que la teneur en hydrocarbures, le demande biochimique en oxygène et la demande chimique en oxygène diminue légèrement lors que on fait augmenter la concentration du charbon en grain. Ces résultats montrent que le traitement de l'eau (polluée par les hydrocarbures) par le charbon actif en grain n'est pas le traitement adéquat.

-87-



Efficacité du traitement de l'effluent rejeté en fonction
du charbon actif en grain.

2°) Le charbon actif en poudre.

a) définition.

Le charbon en poudre se présente sous forme de grains de dimensions comprises entre 10 et 50 microns est utilisé en général en combinaison avec les traitements de clarification. Introduit en continu dans l'eau avec des réactifs de floculation ; il se trouve inséré dans les floes auxquels sont extraits de l'eau.

b) Avantages.

- * Le charbon en poudre est environ 263 fois moins cher que le charbon en grains.
- * Sa cinétique d'adsorption est rapide, sa surface est directement accessible.
- * Favorise la décantation en alourdissant les floes.
- * Il y'a possibilité d'ajuster le taux de traitement à tout instant en fonction de la pollution à éliminer.
- * L'investissement est moins important pour l'installation de dosage et de stockage.

c) Inconvénients.

- * Il est impossible de régénérer le charbon actif en poudre lorsqu'il est récupéré en mélange.
- * Il est difficile d'éliminer les dernières traces d'impureté sans procéder à l'adjonction d'un excès de charbon actif.

d) Les résultats sont portés sur le tableau (N°4).

- 6 L'échantillon 15 12 85
- L'heure du prélèvement 8h35.
- Température 20 °C, PH 7,5
- Temps de contact 1heure.
- Volume 500 ml,

Méthode de JAR-test.

Tableau N° 4.

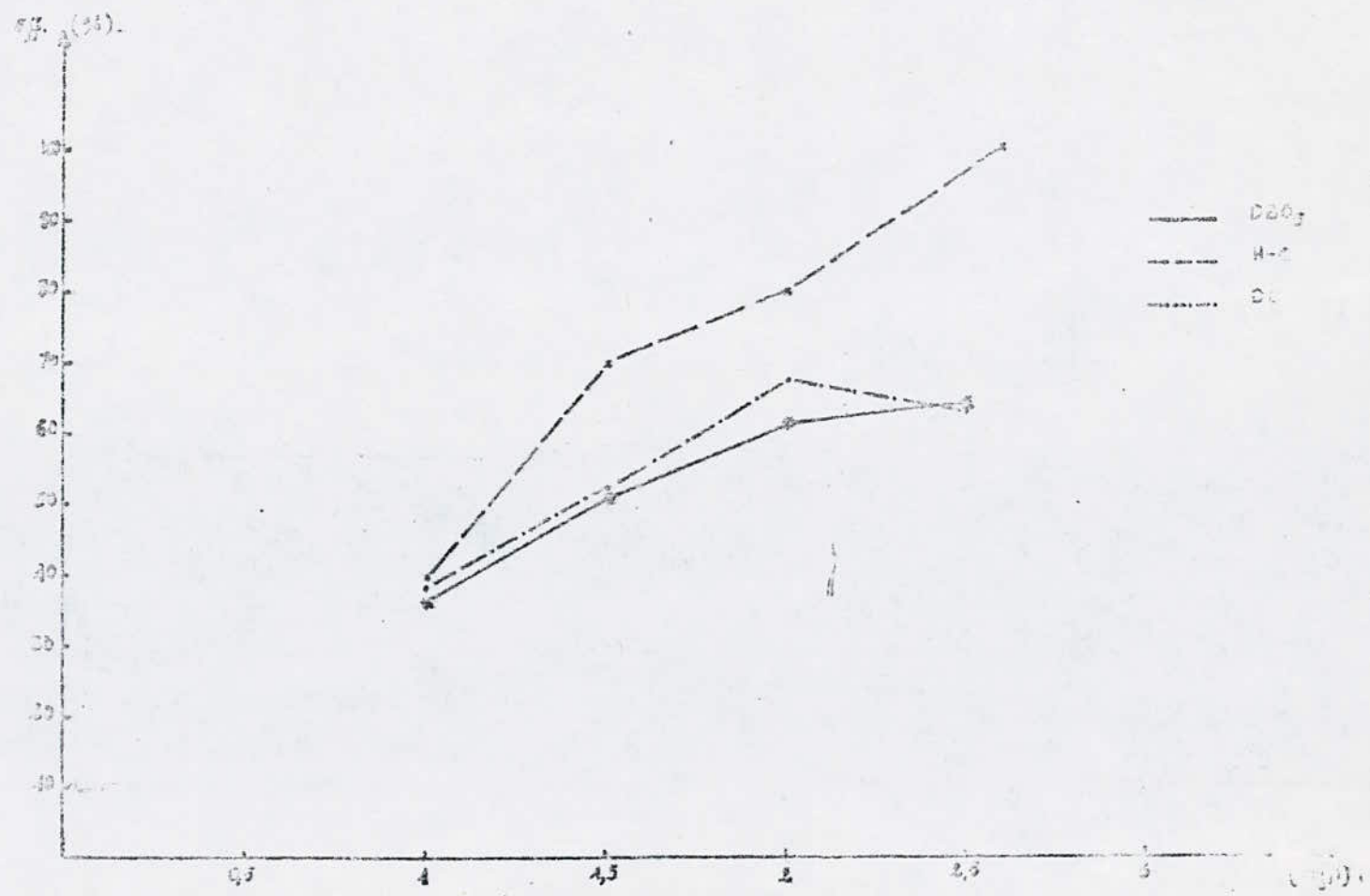
N°	charbon en poudre doses eng/l	PH	H-C(mg/l)	DBO5(mg/l)	DCO(mg/l)
1	0	7,5	10	18	72
2	1	7,4	6	11,4	44
3	1,5	7,9	3	8,8	34,5
4	2	7,95	2	6,9	23,4
5	2,5	7,8	0	6,4	26

L'efficacité du traitement est présentée dans le tableau suivant (N°5).

N°	% DBO 5	% DCO	% H-C
2	36,7	38,8	40
3	51	52,1	70
4	61,6	67,5	80
5	64,4	63,9	100

Interprétation :

On voit que la teneur en H-C , DCO et la DBO5 diminue considérablement lorsque on fait augmenter la concentration du charbon en poudre. Ces résultats montrent que le traitement de l'eau (polluée par les hydrocarbures) par le charbon en poudre est plus efficace que celui du charbon actif en grain.



Efficacité du traitement de l'effluent résidu
en fonction du charbon actif en poudre.

3°) Coagulation-floculation.

a) Généralités.

Pour nos essais de coagulation nous avons utilisé les réactifs suiv ant

- le sulfate d'aluminium : $Al_2 (SO_4)_3, 18 H_2O$.

- le chlorure ferrique : $FeCl_3, 6H_2O$.

Le mode d'action peut être schématisé comme suit :



Bien entendu, les proportions respectives seront fonction de plusieurs critères : en particulier le ph qui joue un rôle fondamental vis à vis de la solubilité des hydroxydes.

L'Hydroxyde d'aluminium précipite dans une gamme de PH de 5,5 à 7,5 et au delà de 7,5 il reste dans l'eau sous forme d'aluminate soluble :

$[Al(OH)_4]^-$ et au-dessous de 5,5. On aura de l'aluminium ionisé. Par contre les sels ferriques ont une action spécifique ; dans le procédé de déshuilage les sels ferriques ont un pouvoir précipitant meilleur que tous les autres coagulants et une zone de PH assez large qui correspond à l'insolubilité des hydroxydes, leur précipitation est étendue pour les PH supérieurs à 5,5. Ils peuvent se comporter comme des neutralisants. Comme la réaction de formation des hydroxydes libère des acides, il est nécessaire de contrôler les variations du PH.

Afin de maintenir le PH dans la gamme des précipitations des deux réactifs nous avons envisagé l'injection de la chaux (CaO).

(pour X ml/l de $FeCl_3$ par exemple, on injecte $\frac{X}{3}$ ml/l de chaux.)

b) Les résultats sont portés sur le tableau n°6

- L'échantillon 17 12 85
- L'heure de prélèvement 8h 30
- Température 22°c PH 7,8
- Temps de contact 30 minutes
- Volume 500 ml

- Hydrocarbures 5 Mg/l.
- Coagulant FeCl₃, GH₂O

Essai de JAR-tests.

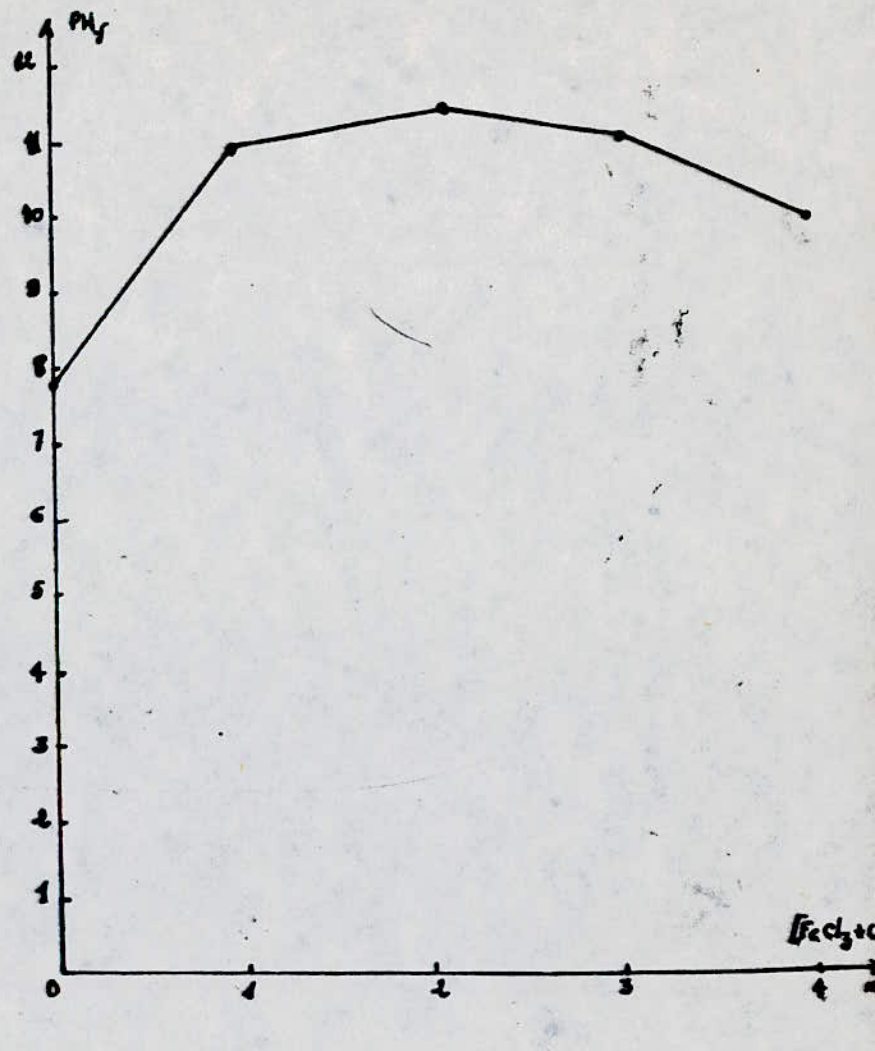
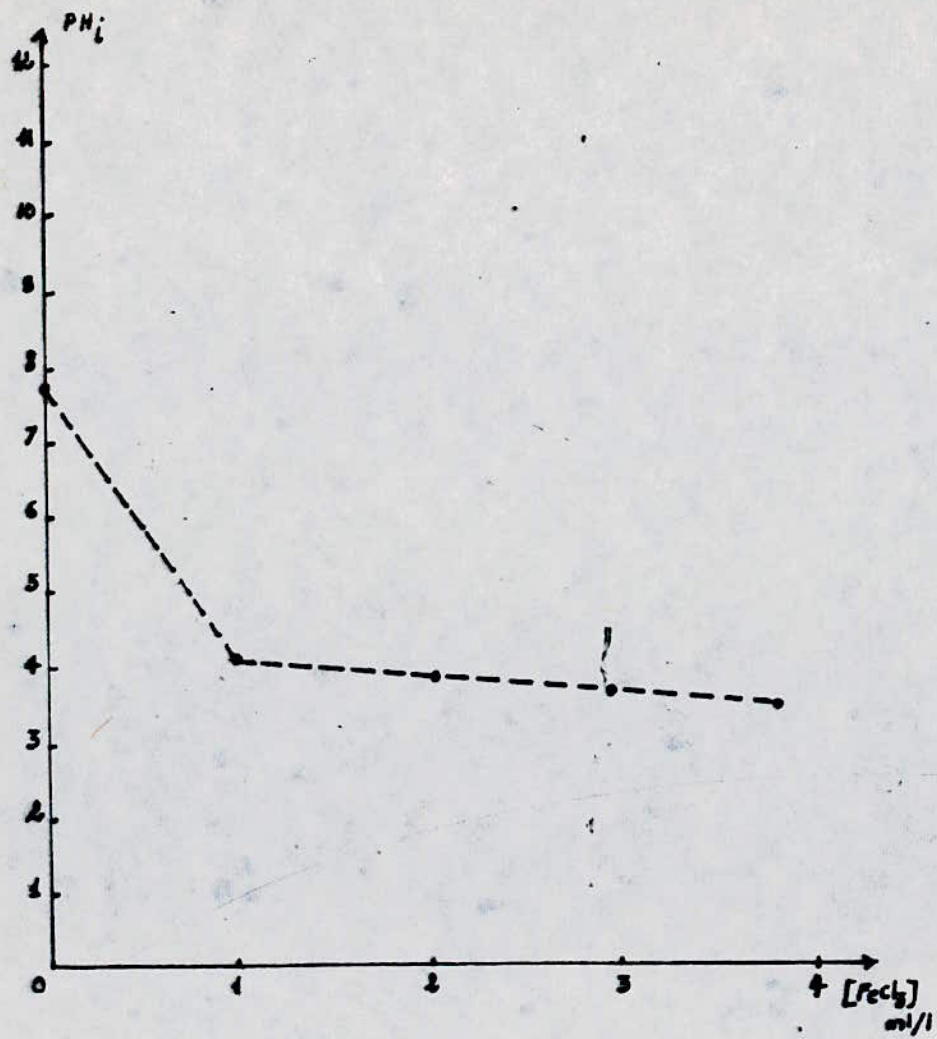
N°	(c) de FeCl ₃ , GH ₂ O ml/PHI	(c) decao ml/l.	Ph7	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	H-C (mg/l)	
1	0	7,8	0	7,8	10	40	5
2	1	4,1	0,33	10,9	0	32	2
3	2	3,8	0,66	11,4	0	14	1
4	3	3,6	0,99	11	0	10	0
5	4	3,4	1,32	10	0	15	0

L'efficacité du traitement est portée sur le tableau suivant (N°7)

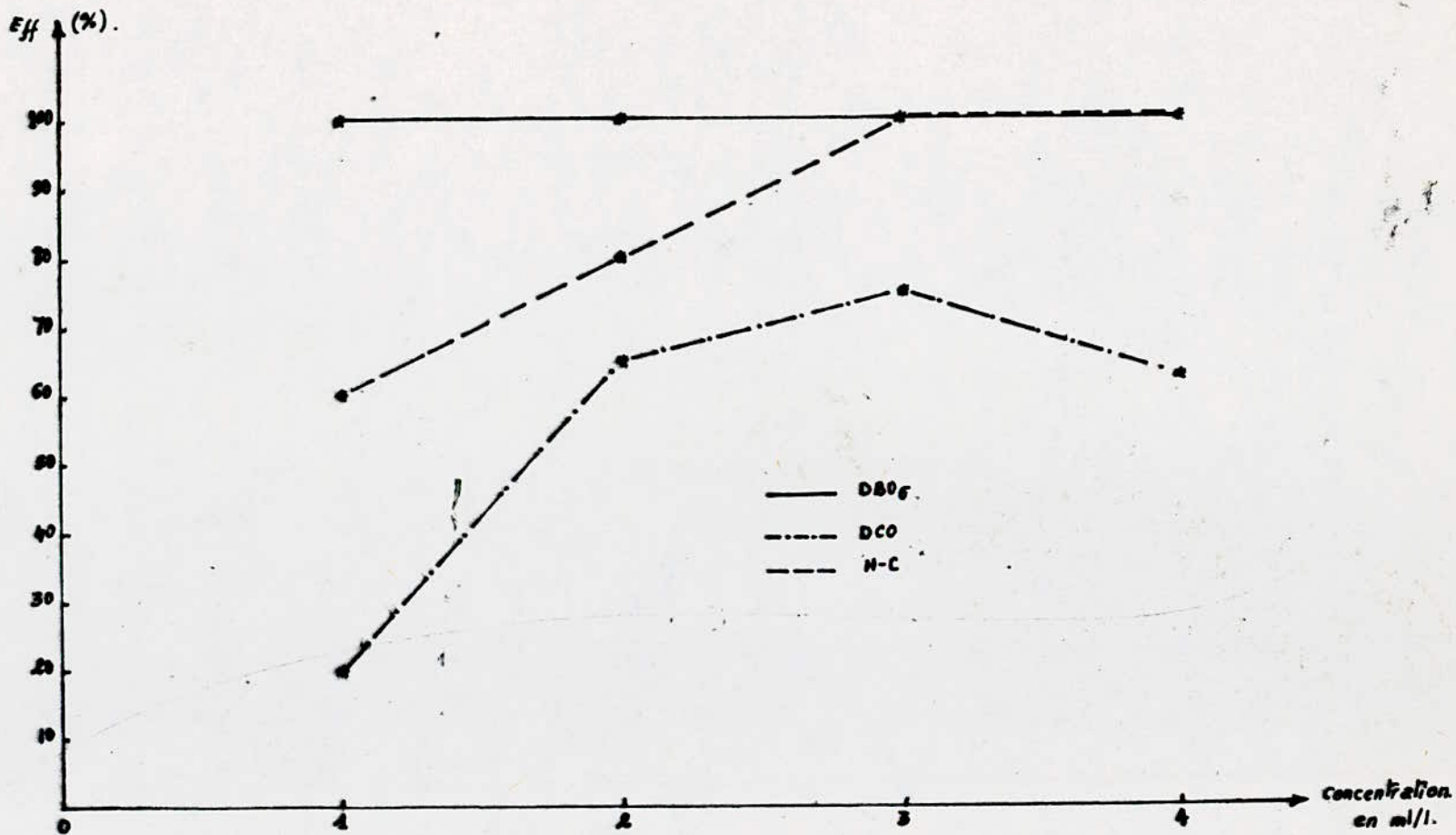
N°	% DCO	% DBO5	% H - C
2	20	100	60
3	65	100	80
4	75	100	100
5	62,5	100	100

Interprétation :

En augmentant la concentration du chlorure Ferrique, nous remarquons que la teneur des hydrocarbures, demande chimique en oxygène et la demande biochimique en oxygène diminue considérablement. Pour une dose de 3 ml/l de FeCl₃, nous constatons que l'efficacité est optimale.



VARIATION DU PH



Efficacité du traitement de l'effluent rejeté par les
coagulants . $FeCl_3 + CaO$.

c) les résultats sont portés sur le tableau N°8

- l'échantillon 24 12 85
- l'heure de prélèvement 8h30
- température 20°C , PH 7,5
- H-C 15 mg/l
- coagulant Al₂ (SO₄)₃ , 18H₂O.
- volume 500 ml.

Remarque : On a préparé la solution de Al₂ (SO₄)₃ , 18 H₂O à 26,5 % tout comme la solution de FeCl₃ , 6H₂O.

Méthode JAR-test.

N°	(c) de Al ₂ (SO ₄) ₃ , 18H ₂ O (ml/l)	PHi	(c) de CAO ml/l	PHg	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	H - C (mg/l)
1	0	7,6	0	7,5	20	68	15
2	1	5,4	0,33	7,4	0	54	5
3	2	5,2	0,66	7	0	27	3
4	3	5,1	0,99	6,8	0	18	0
5	4	4,8	1,32	5,7	0	25	0

L'efficacité du traitement est porté sur le tableau suivant (N°9).

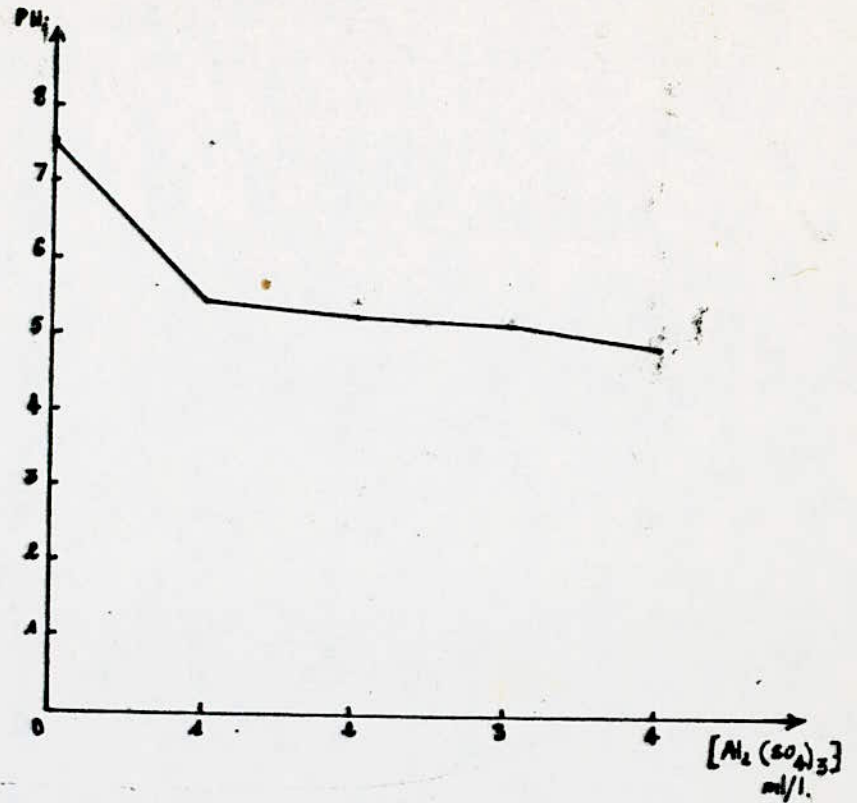
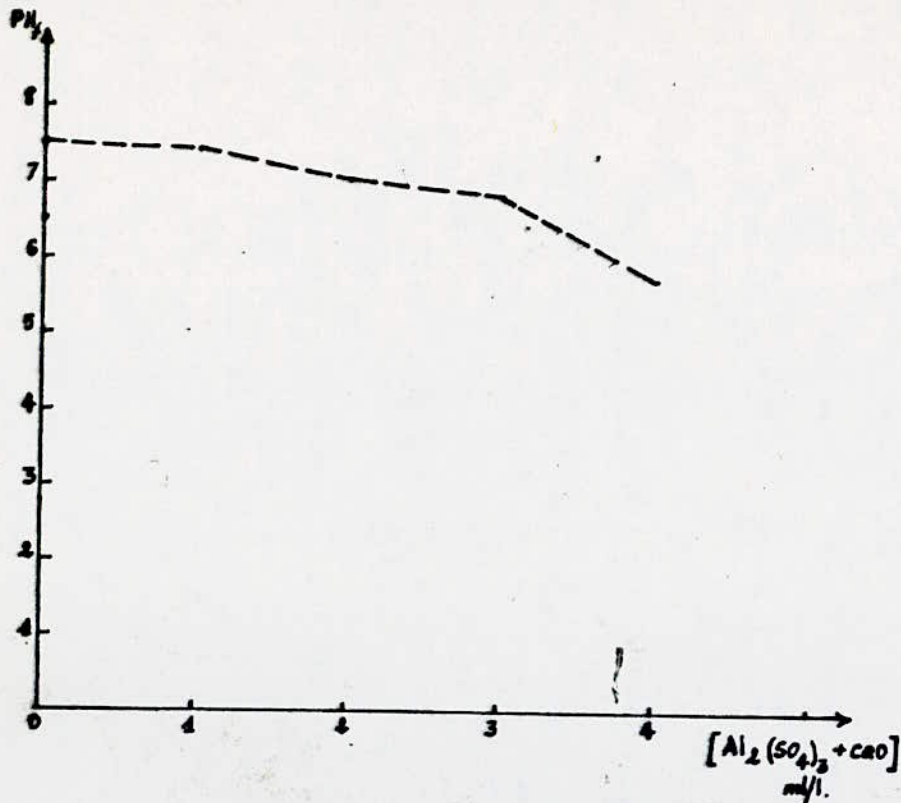
N°	% DCO	% DBO5	% H-C
2	21	100	66
3	60,5	100	80
4	73,5	100	100
5	63,2	100	100

Interprétation :

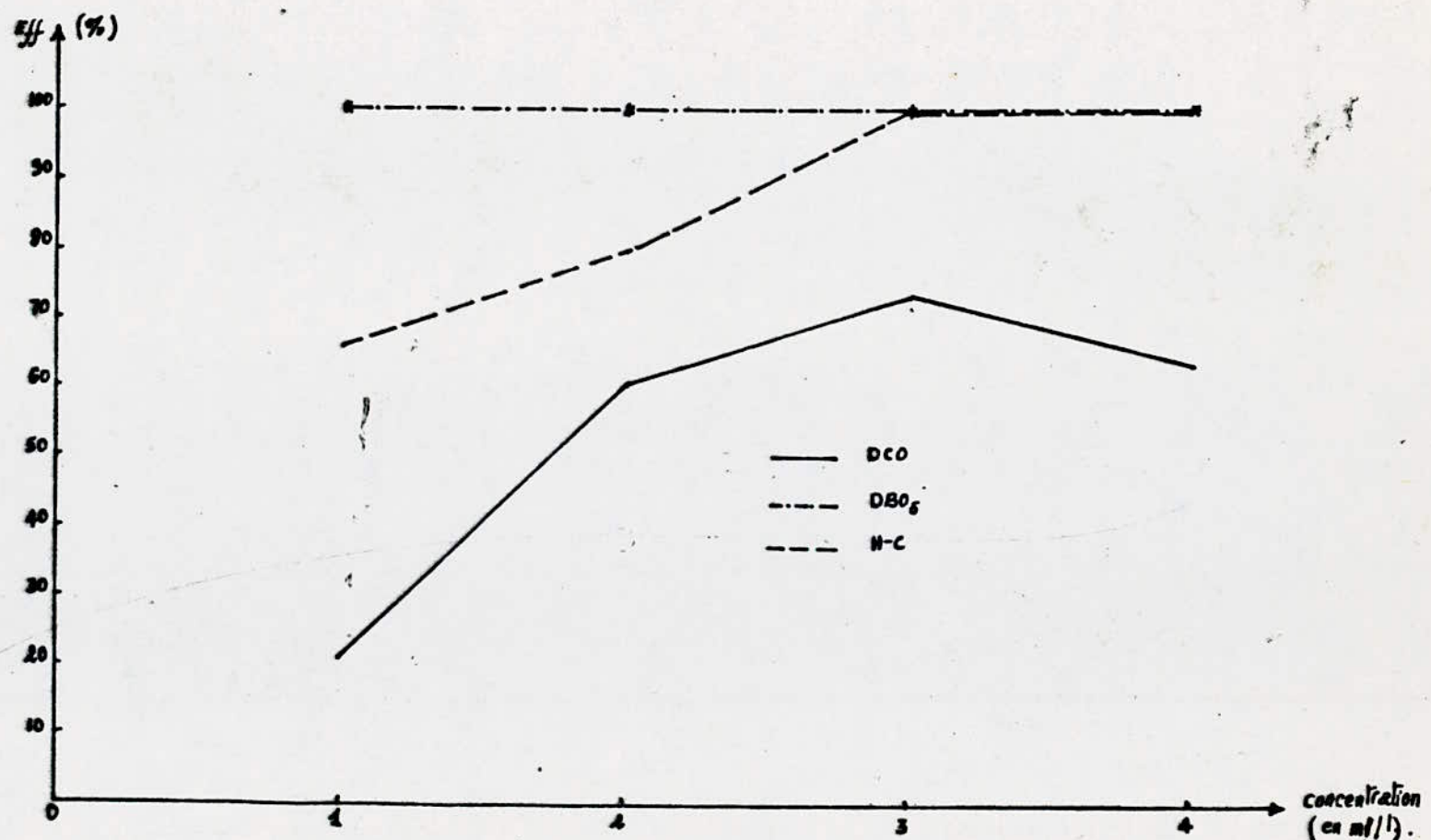
En augmentant la concentration du sulfate d'aluminium, nous remarquons que la teneur des hydrocarbures, demande biochimique en oxygène et la demande chimique en oxygène diminue considérablement. L'efficacité du traitement par le sulfate d'aluminium est obtenue à la dose de 3ml/l.

Comparaison

Vue les résultats que nous avons obtenu, nous remarquons que le traitement de l'eau (polluée par les hydrocarbures) par le chlorure ferrique est nettement meilleur que le traitement par le sulfate d'aluminium.



VARIATION DU PH EN FONCTION DE LA CONCENTRATION DU COAGULANT.



Efficacité du traitement de l'effluent rejeté en fonction
des coagulants : $Al_2(SO_4)_3 + CaO$.

VII. Interprétation générale des résultats :

Etant donné qu'on ne connaît pas exactement la composition chimique de la pollution pétrolière, on s'est référé afin de déterminer l'efficacité des traitements envisagés aux paramètres de pollution suivants Demande biochimique en oxygène (DBO) ; demande chimique en oxygène (DCO) et dosage des hydrocarbures extractibles comme indicateurs du taux de cette pollution.

Les critères de pollution choisis, malgré qu'ils nous ne renseignent pas d'une manière précise sur le degré de la pollution existante nous donnent un aperçu quantitatif sur la pollution.

nature	Solubles	Extractibles	oxydables	biodégradable	observa
-la majorité	+	+	±	+	(TAUX)
Fraction. C _{an} sidérable.	±	+	+	-	↓
-Benzène	+	+	-	-	
-Trace de pyridine	+	-	-	-	
-Acide gras à longues chaîne	+	-	-	+	
-Phénols	+	-	+	+	
-Autres ions hydrocarbonés	+	-	+	-	

Ce tableau indique qu'il existe dans la totalité de la pollution dissoute des intervalles biodégradables et oxydables qui ne se couvrent pas totalement.

Seuls, les résultats d'analyse par chromatographie en phase gazeuse peuvent nous fournir de valeurs absolues des taux de la pollution pétrolière.

A partir de ces trois indicateurs, on estime l'efficacité des différents traitements physico-chimiques. Donc l'indicateur H-C montre une efficacité supérieure des coagulants par rapport au charbon, le charbon en poudre étant supérieur au charbon en grains.

Par contre la DBO₆ et la DCO montrent une efficacité supérieure de la coagulation - floculation par rapport à l'adsorption par le charbon en général.

a) Conclusion de la partie analytique.

Au cours de notre ^{partie} analytique, nous avons remarqué que le traitement

de l'eau (polluée par les hydrocarbures) par le charbon actif en **grains**, charbon actif en **poudre**, le sulfate d'aluminium et le chlorure ferrique donne des efficacités croissantes, mais le chlorure ferrique reste le traitement de choix.

Recommandations;

Après l'épuration de l'eau polluée dans la station déjà en place, l'eau est acheminée vers un bassin mélangeur où elle est mélangée avec le coagulant $FeCl_3$ sous une agitation rapide afin de répartir le coagulant dans toute la masse de l'eau polluée, qu'on va lui subir ensuite la floculation par la chaux (CaO) sous une agitation lente et prolongée.

L'eau floculée passe directement dans un décanteur lamellaire à co-courant dont les avantages sont :

- 1- Dans le décanteur, l'insertion des plaques parallèles inclinées à 45° dans le sens du courant permet une double amélioration.
 - En créant une répartition plus uniforme de l'eau, et en abaissant le nombre de Reynolds correspondant.
 - En divisant la hauteur de chute des floes autant de fois qu'il y a de plaques occupant la hauteur totale du décanteur et en augmentant la surface effective de ce dernier.
- 2- Les plaques en matière plastique sont constituées d'un assemblage monobloc, facilement amovible et nettoyable.
- 3- L'espacement des plaques permet d'introduire un troisième facteur bénéfique pour l'effet de conlescence ou d'adsorption des traces d'huiles qui s'échappent au procédé de coagulation.
- 4- L'inclinaison des plaques permet le glissement des boues sédimentées vers le bas. Ces boues seront refoulées vers l'épaississeur qui permet de réduire leur volume.

Après l'épaississement les boues vont subir un séchage naturel sur des lits

de sable avant d'être incinérées.

Nous avons envisagé l'incinération des boues, puisque les combustibles étant disponibles au sein de la raffinerie et à des prix relativement bas. L'incinération des boues se fait dans des fours à pyrolyse à une température de 800 à 1000°c.

Avant le déversement direct de l'eau épurée dans l'oued adda, nous proposons qu'elle soit mélangée avec l'eau domestique épurée de l'unité dans un bassin mélangeur afin d'éliminer totalement les traces des hydrocarbures et l'enrichir en micro-organismes.

VIII. PARTIE EXPERIMENTALE. 7.14.

1°) Prélèvements et échantillonnage.

Pour qu'une analyse puisse donner des résultats valables, il faut que les prélèvements soient effectués dans des conditions bien déterminées et que les échantillons soient bien représentatifs de l'effluent dont on veut déterminer les caractéristiques.

La difficulté d'effectuer un prélèvement efficace réside dans l'hétérogénéité des eaux usées, particulièrement à l'état brut, c'est à dire à l'amont de la station de traitement. Dans notre cas, on prélève nos échantillons à l'aval de la station d'épuration. La continuité de prélèvement est difficilement réalisables, ce qui nous oblige de se contenter de faire des prélèvements moyens (1 fois par semaine). Les analyses sont faites aussitôt que le prélèvement est effectué à cause de diverses contraintes (éloignement, conditions de travail, etc...)

a) Conditionnement de l'échantillon.

Le prélèvement moyen est effectué manuellement dans un récipient propre préalablement rincé avec l'eau à traiter. En dépit de l'indisponibilité d'un appareillage automatique de prélèvement, cette opération est réalisée avec le maximum de soins afin que notre échantillon soit le plus représentatif possible de l'effluent étudié.

b) Détermination de la charge polluante.

Il est évident, que pour avoir une estimation valable de la charge de pollution apportée par l'effluent de procéder par une analyse qualitative et quantitative.

2°) Analyse qualitative par chromatographie.

Etant donné que l'analyse directe de l'eau polluée par chromatographie est impossible, on est obligé de faire l'extraction des hydrocarbures par l'ether-éthylique.

a) Extraction des hydrocarbures.

Afin d'extraire les hydrocarbures par l'ether éthylique(34°C), nous avons pris comme échantillon

lon de base, 150 ml d'eau polluée qu'on verse dans une ampoule à décanter et qu'on lui ajoute 150 ml d'ether-éthylique, on agite vigoureusement l'ampoule bouchée et on laisse décanter jusqu'à obtention de deux couches limpides distinctivement. Par le bas de l'ampoule, on soutire successivement et séparément les deux fractions minérale et organique qu'on recueille dans des bêchers.
La fraction minérale transvasée dans l'ampoule à décanter est épuisée 5 fois par 150 ml d'ether-éthylique.

b) Séchage.

La fraction organique totale qu'on recueille dans un bêcher, on lui ajoute le sulfate de sodium anhydre (Na_2SO_4), afin d'éliminer toute trace hydrique, la durée de séchage est de 14 heures.

c) Distillation.

Après le séchage, la distillation de la fraction organique est effectuée par évaporation de l'ether à 34°C sur plaque chauffante.

d) Chromatographie gazeuse.

Nous n'avons pas pu la faire.

3) Analyse Quantitative .

a) Le PH

Le Ph est obtenu par la méthode électrométrique avec électrode de verre, l'étalonnage préalable de l'appareil est nécessaire.

b) La température.

La température est mesurée sur place avec un thermomètre.

c) La demande chimique en oxygène (DCO).

1- Principe.

L'échantillon de 50 ml est bouilli en milieu fortement acide en présence d'un catalyseur : le sulfate d'argent (AgSO_4) et le dichromate de potassium ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), pendant une durée de 2 heures. La quantité en excès de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ est titrée par une solution de sulfate de fer et d'ammonium ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$)

2- Expression des résultats.

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

$\frac{8000(V_0 - V_1)T}{V}$	{	$V_0 =$ volume de $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ nécessaire au dosage (ml). $V_1 =$ volume de $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ nécessaire à l'essai à blanc (ml). $T =$ titre de la solution de $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$. $V =$ volume de la prise d'essai.
------------------------------	---	--

REMARQUE.

Le titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium doit être vérifié après chaque analyse effectuée.

$$T = \frac{\text{ml. K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 0,25}{\text{ml. Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2}$$

d) La demande biochimique en oxygène (DBO_5^{20}).

1- Principe.

La demande biochimique en oxygène est déterminée dans un appareil qu'on appelle respiromètre. Les flacons sont mis en incubation pendant 5 jours à une température de 20°C.

Au fur et à mesure que l'oxygène est consommé par les germes "aérobies", la pression en oxygène dans la phase gazeuse diminue. Cette diminution est enregistrée par un tube gradué. La différence de pression lue au bout de 5 jours est directement proportionnelle à la DBO.

2- Expression des résultats.

La DBO 5 est exprimée en mg/l.

$$\text{DBO } 5 = \text{Hg} \times \text{F}$$

F = Facteur de dilution correspond
au volume d'échantillon analysé
Hg = Hauteur du mercure lu sur le tube
gradué

e) Les matières en suspension, (MES).

1- Principe.

Après filtration de l'échantillon, le poids du retentat est déterminé par pesée différentielle.

2- Mode opératoire.

Le filtre est séché à 105°C jusqu'à une masse constante, puis pesé à 0,1 mg près après son passage au dessiccateur (m₁).

Un volume de 100ml de l'échantillon est filtré sous vide, le bûcher qui contenait de l'eau à traiter est rincé avec de l'eau distillée. On sèche le filtre à 105°C et on le laisse refroidir au dessiccateur. La pesée se fait à 0,1 mg près, jusqu'au poids constant (m₂).

$$\text{M.E.S (mg/l)} = \frac{m_2 - m_1}{100} \times 1000$$

f) Les hydrocarbures.

1) Généralité.

A l'aide d'un appareil "OGMA 200", on détermine directement la concentration de l'huile dans l'échantillon, en appliquant la technologie de l'extraction par solvant.

Cet appareil permet un dosage rapide de la concentration de l'huile dans l'eau des décharges, l'eau de vidange des cales, dans les effluents industriels ou dans l'eau de Mer souillée de pétrole.

2°) Principe :

En général, les huiles sont un mélange de plusieurs dizaines voire plusieurs centaines de types de composants chimiques et du fait que leur propriétés chimiques varient selon les différents types, les résultats de dosage sont également variables suivant les méthodes d'extraction adoptées. Le principe du dosage par la variante "OGMA 200" est basé sur les deux propriétés particulières suivantes, qui sont spécifiques à toutes les huiles

- L'huile est formé de composés organiques.
- l'huile n'est pas soluble dans l'eau.

Les composés organiques qui constituent l'huile contiennent en général des radicaux CH- et chacun de ces radicaux présente un spectre d'adsorption distinctif de l'ordre de 3,4 à 3,5 microns dans la zone des infra-rouges.

On sait que ce spectre d'adsorption est presque toujours identique quel que soit le type d'huile, par contre, lorsqu'une absorption infra-rouge de 3,4 à 3,5 microns est dosée, son pouvoir absorbant change énormément en fonction du changement de la concentration d'huile.

D'autre part, l'eau qui occupe une plus grande portion de l'échantillon à également un pouvoir absorbant dans la zone des rayons des infra-rouges.

Un dosage direct de l'eau peut être extraite par un solvant adéquat.

Le solvant idéal recommandé pour cette opération est le tétrachlorure de carbone (CCl_4), car il est presque insoluble dans l'eau (0,08g/100g à 20°C), mais soluble dans n'importe quel composé organique qu'il soit volatil ou non. En outre, il ne présente aucun pouvoir absorbant dans la zone infra-rouge de 2 à 4,5 microns.

4°) traitement de l'eau polluée.

Dans notre étude, nous avons opté pour le traitement physico-chimique.

* Absorption par :

- Charbon actif en grains.

- Charbon actif en poudre.
- * Coagulation-floculation par
 - le chlorure ferrique
 - le sulfate d'aluminium
 - le mélange ($\text{FeCl}_3 + \text{CaO}$), ou ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{CaO}$).

A) Préparation du charbon actif.

Le charbon actif est d'abord lavé à l'eau distillée, ensuite porté à l'ébullition pendant 2 heures environ afin d'évaporer tous les produits volatils susceptibles d'exister.

Après un séjour de 24 heures à l'étuve à une température de 105°C , le charbon est stocké dans un dessiccateur.

Cette opération a pour but d'augmenter autant que possible la surface spécifique du charbon en débarassant ses pores des impurétés qu'ils peuvent contenir.

On a procédé à la détermination des caractéristiques physico-chimiques suivantes :

- l'humidité
- la densité réelle
- la densité apparente
- la porosité
- la surface spécifique.
- les dimensions moyennes des grains.

1- l'humidité

Le charbon humide de masse m_0 est mis à l'étuve à 105°C , jusqu'à poids constant, soit m_1 , l'humidité est donnée par la relation suivante.

$$H^{\circ} = \frac{m_0 - m_1}{\frac{m}{m_1}}$$

masse de la tarre + masse du charbon humide :	41,0869 g	} $H^{\circ}=11,14 \%$
masse de la tarre + masse du charbon sec :	36,9689 g	

2 - Porosité.

Elle est définie comme étant le rapport du volume de vide sur le volume total.

Pour mesurer la porosité, on utilise une éprouvette graduée de 25 ml dans laquelle on met 2 ml du charbon actif, soit une masse m_0 .

On ajoute ensuite le méthanol qui a la propriété de ne pas mouiller le charbon, dans l'éprouvette jusqu'à l'obtention d'un volume de 3 ml, soit la masse m_1 .

La porosité est donnée par la formule :

$$\varepsilon = \frac{\frac{m_1 - m_0}{\rho_m} - V_e}{V_t}$$

$$\left. \begin{array}{l} m = 56,68 \text{ g} \\ m_1 = 58,82 \text{ g} \\ V_e = 3 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3 \\ V_t = 3 \text{ cm}^3 \\ \rho_m = 0,790 \text{ g/cm}^3 \end{array} \right\} \longrightarrow \varepsilon = 0,57$$

3^e) - Densité réelle.

Les charbons actifs se mouillent irrégulièrement et tendent facilement à emprisonner de l'air. Pour éviter cet inconvénient, nous avons adopté la méthode suivante.

L'échantillon est placé dans une étuve à 105°C dans le but d'éliminer le maximum d'humidité. Une quantité de charbon actif de masse connue est mise dans un pycnomètre, taré de 25 ml, le restant du volume est complété par du méthanol.

La connaissance de la masse M : de la tare m_t , la masse du charbon utilisé, m et la masse volumique ρ_m du méthanol permet de déduire la densité réelle du charbon par la formule suivante :

$$d_r = \frac{m}{V} = \frac{m}{25 - \frac{M - m_t}{\rho_m}}$$

$$\left. \begin{array}{l} m = 2 \text{ g} \\ m_t = 55,72 \text{ g} \\ M = 75,38 \text{ g} \end{array} \right\} \longrightarrow d_r = 0,756 \text{ g/cm}^3$$

4°) Densité apparente.

Dans une éprouvette préalablement lavée et séchée, on met une quantité de charbon actif correspondant à un volume connu, soit alors m et V . Afin de bien tasser les grains, il est nécessaire de secouer l'ensemble. La connaissance de la tare et de la masse de l'ensemble (éprouvette + charbon), nous permet de connaître la masse de l'échantillon utilisée. La densité apparente (d_a) du charbon sera alors donnée par le rapport de la masse de l'échantillon et du volume qu'il occupe;

$$d_a = \frac{m}{V}$$

$$\left. \begin{array}{l} v = 25 \text{ ml.} \\ m = 12,125 \text{ g} \end{array} \right\} \rightarrow \boxed{d_a = 0,485 \text{ g/cm}^3}$$

5 - Volume poreux.

Le volume poreux total :

$$V_{pt} = \frac{1}{d_a} - \frac{1}{d_r}$$

d_a : densité apparente (g/cm³)
 d_r : densité réelle (g/cm³)

$$\left. \begin{array}{l} d_r = 0,756 \text{ g/cm}^3 \\ d_a = 0,485 \text{ g/cm}^3 \end{array} \right\} \rightarrow \boxed{V_{pt} = 0,74 \text{ cm}^3/\text{g}}$$

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant.

humidité	11,14 %
Porosité	0,57
Densité réelle	0,756 g/cm ³
Densité apparente	0,485 g/cm ³
Volume poreux total	0,74 cm ³ /g
Dimensions des grains	—

b) Mode opératoire.

Le but de notre expérience consiste à déterminer la dose du charbon actif en grains puis en poudre pour avoir une fixation maximale des hydrocarbures, et d'étudier l'efficacité des différentes concentrations de l'adsorbant : 1. 1,5. 2. 2,5 g/l. dans des conditions opératoires suivantes :

Dans une série de béchers disposés sur des agitateurs magnétiques, on met un demi litre d'eau polluée, Une quantité de l'absorbant est introduite dans chaque bécber suivant des concentrations progressives, sous une agitation rapide de 2 minutes, puis une agitation lente de 3 minutes. Enfin, la décantation du charbon actif en poudre se fait pendant une heure par contre, le charbon actif en grains on lui fait subir une agitation lente toutes les 15 minutes pendant 2 minutes, la durée de contact est d'une heure.

Une fois l'expérience terminée, on prélève un certain volume du surnageant pour déterminer les paramètres de pollution retenus.

c) Coagulation-floculation.

Pour nos essais de coagulation, on a utilisé deux réactifs :

* la solution de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, de 26,5 - 29,5 %, de densité 1,24.

* dans les mêmes conditions, la solution $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ et la chaux (CAO) ont été préparées; La solution de chaux et employée comme neutralisant pour amener le Ph dans la gamme de précipitation des deux réactifs.

Nous voulons dans ces essais, déterminer l'efficacité des traitements par la méthode "JAR test" qui comprend trois parties.

1°) Agitation rapide et courte de quelques minutes après introduction du coagulant.

2°) Agitation lente et prolongée de 15 - 20 minutes, c'est la phase la plus importante, car elle permet la formation et l'homogénéisation des floes.

3°) La décantation ; phase de clarification, les flocons d'hydroxydes sous l'action du poids décantent suivant la loi de Stokes, elle dure 30 minutes.

d) Mode opératoire.

- 6 remplir chaque becher de 500 ml d'eau polluée.
 - ajouter le coagulant avec des concentrations : 1, 2, 3, 4 ml/l sous une agitation rapide de 3 minutes.
 - vérifier le P H.
 - ajouter le neutralisant à une dose de $\frac{X}{3}$ ml/l.
 - laisser l'ensemble pendant 17 minutes sous une agitation lente et procéder à une décantation qui dure 30 minutes.
- Enfin d'expérience, on prélève un certain volume du surnageant afin de déterminer les paramètres de pollution retenus.

IX) Conclusion générale.

La pollution des eaux constitue un problème épineux tant pour l'environnement que pour la raffinerie d'ALGER qui est implantée au voisinage de Sidi-Arcine. Cette pollution est due pour une large part, à la pollution dissoute dans l'effluent, ainsi l'objectif de notre étude est de quantifier le degré de cette pollution et d'étudier les possibilités de traitement de l'effluent déversé par la raffinerie afin d'éliminer au maximum les agents polluants.

Dans un premier temps, nous avons déterminé les charges polluantes des eaux, mais les résultats auxquels nous avons abouti au cours de la partie analytique montrent que ces charges polluantes dépassent les normes internationales imposées, ce qui influe de façon très néfaste sur l'environnement.

Afin d'étudier les possibilités d'épuration nous avons opté les méthodes de coagulation-floculation et d'adsorption en cuve par les charbons actifs en grains et en poudre.

On se basant sur les valeurs obtenues des indicateurs de pollution que nous avons choisis (DCO, DBO 5, dosage des H - C extractibles), nous avons suggéré une chaîne d'épuration (voir page 42).

X. Bibliographie

N°	TITRE	AUTEURS	ANNEE
01	La pollution des eaux continentales "Incidentée sur la biocenose aquatique"	A. Gauthier - Villars	2e Ed. 1980
02	La pollution atmosphérique	Paul Ghévin	1970
03	Les eaux usées des agglomérations urbaines et rurales.	Gomella et H. Guerrée	-
04	Epuración biologique des eaux usées urbaines.	A.E.K. Gaïd	T1. 1984
05	Rapport d'une étude française	"	1984
06	Les eaux résiduaires industrielles	F. Meink, H. Stoff H. Kohlschütter	1977 Ed. Masson
07	Analyse de l'eau "eaux naturelles, eaux résiduaires Et eaux de Mer"	Jean Rodier	1er. Ed. 84
08	Les traitements des eaux dans l'industrie de l'industrie pétrolière.	I.F.P	1977
09	Memento technique de l'eau "chimie des eaux "	Louis Armand	1963
10	Fondements théoriques du traitement biologique des eaux.	Henri. Roques	Vol.1. 2e Ed. 1980
11	Chimie des eaux	M. Tardat. Henry	1er. Ed. 84
12G	Gestion des eaux usées, urbaines et industrielles	W.W. Eckenfelder	1982
13	Traitement des eaux usées	J.P. Bechac P. Boutin B. Mercier P. Nuer	Eyrolles 84
14	Stations d'épuration "eaux potables - eaux usées."	R. Thomazeau.	1981
15	Memento d'assainissement, "Mise en service, entretien et exploitation des ouvrages d'assainissement."	H. Monohy	Ey. 78
16	Etude de la fixation du plomb dissous par le charbon actif (thèse).	Melle H. Melikechi	1984

N°	TITRE	AUTEUR	ANNEE
17	Analyse des eaux résiduaires industrielles	J. Bomans	Eyrolles 19
18	Momento technique de l'eau.	Degrment	
19	Risques sanitaires "Problèmes propres à chaque industrie."	Extrait du colloque sur les risques des différentes énergies organisé par la S F E N	Janvier 1980

