

1. BX
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

Département : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

Contribution a l'Etude
des Eaux Résiduaires
de l'Entreprise Nationale
des Gaz Industriels

Proposé par :

Dr. Ingénieur : A. KETTAB

Directeur de Labo de Recherche

Dirigé par :

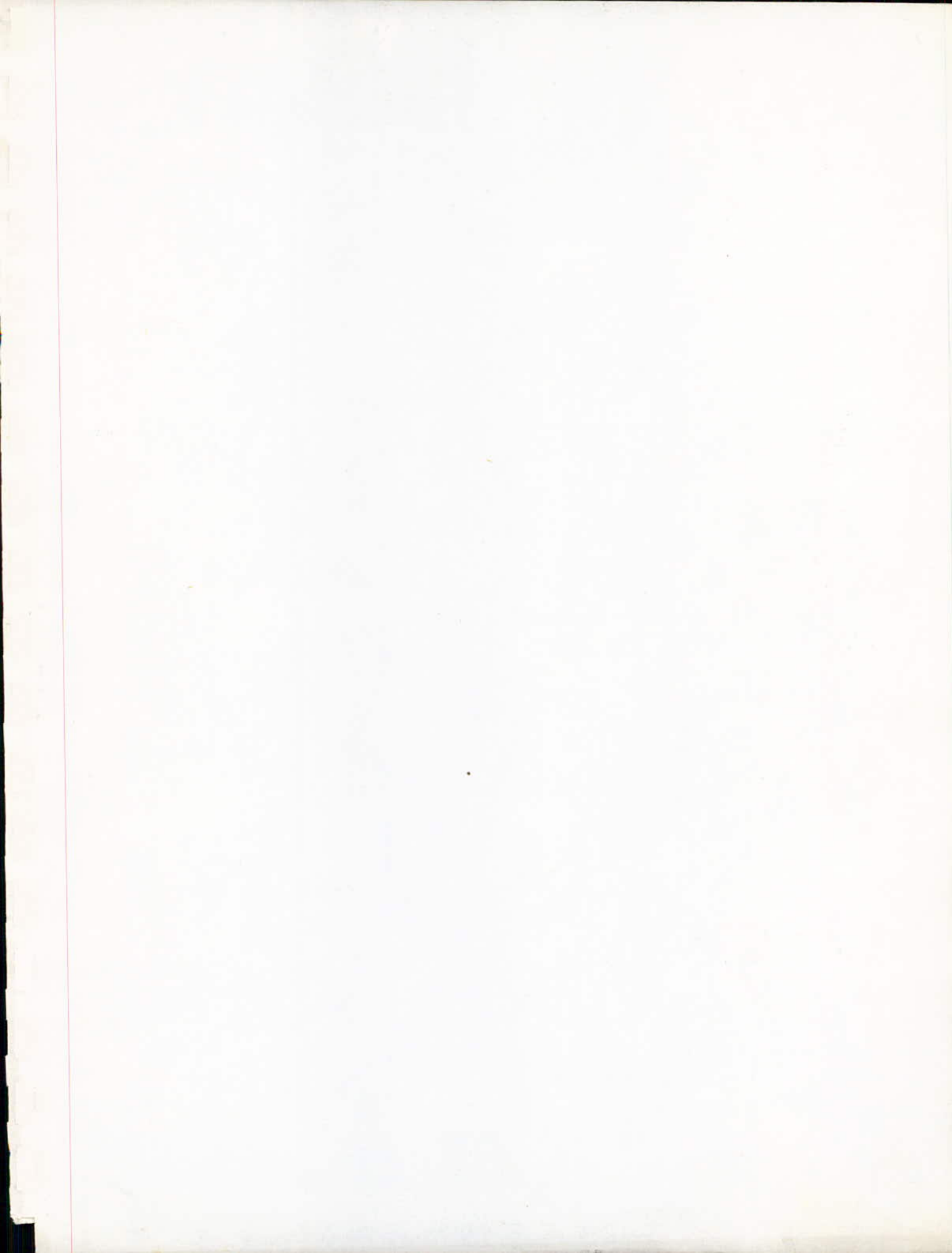
Promoteur : Dr. Ingénieur : A. KETTAB

Compromoteur : Mr. NAMANE

Etudié par :

BOUSHAKI Mohamed

Promotion Juin 1986



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

Département : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

Contribution a l'Etude
des Eaux Résiduaires
de l'Entreprise Nationale
des Gaz Industriels

Propose par :

Dr. Ingénieur : A. KETTAB

Directeur de Labo de Recherche

Dirigé par :

Promoteur : Dr. Ingénieur : A. KETTAB

Co-promoteur : Mr. NAMANE

Étudié par :

BOUSHAKI Mohamed

Promotion Juin 1986

A Mon père

A Ma mère

A mes frères et sœurs

A tous mes amis.

Remerciements

Seul, il m'aurait été impossible d'accomplir
ma tâche, aussi je tiens particulièrement à
remercier :

M^r KETTAB Dr-Ingénieur, chef du Département
Hydraulique.

M^r NAHANE Chef du Département Génie de
L'environnement.

M^{me} MATEVA.

M^{lle} ZOUGHLACHE

M^{me} BOUCHTAOUI

M^r KERBACHI

M^r DOWGIALLO

M^r BELABBÈS

Les techniciens et travailleurs de l'unité ENQi
ainsi que tous ceux qui ont eu la bonté de me
présenter leur aide.

PLAN :

	Pages
I Introduction	1
II Présentation de l'unité	6
III Partie théorique :	15
III 1. les composés phosphorés	16
III 1.1. origine de la pollution	
III 1.2. propriétés physico-chimiques.	
III 1.3 incidences sur la faune et la flore	
III 1.4 élimination du phosphore.	
III 2 le permanganate de potassium	24
III 2.1. caractéristiques physiques	
III 2.2 utilisation au sein de l'unité	
III 2.3 incidence sur la faune et la flore.	
III 3 le carbonate de sodium et le sulfite de sodium	27
III 3.1 présentation du problème.	
III 3.2 Généralités	
III 3.3. incidence sur la faune et la flore.	
III 4. les huiles et les graisses.	29.
III 4.1 origine de la pollution	
III 4.2. Généralités.	
III 4.3 élimination des huiles et des graisses.	
III 4.4 incidence sur la faune et la flore.	
IV Test biologique sur un bactéricide algicide :	32
le Kemazur 1415.	

IV 1	But du test	33
IV 2	notion de toxicité	33
IV 3	notion de dégradation et de biodégradation	33
IV 4	Présentation du Bactéricide - Algicide	40
IV 5.	experimentation	41
IV 5.1	milieu de culture	
IV 5.2	déroulement de l'expérience	
IV 5.3	Résultats et observations	
IV 6	conclusion du test	53
V	Résultats expérimentaux et interprétation	58
V 1.	critères analytiques	59.
V 2.	Dosages particuliers	
V 2.1	Dosage des phosphates	65
V 2.2	Dosage des huiles et des graisses	67
V 2.3.	Dosage des sulfites	67
V 2.4	Dosage du permanganate de potassium	68
V 3	Résultats	69
V 4	Traitement (Problème des purges)	75
V 5.	interprétation des résultats	77
VI	Conclusion	81
VII	Bibliographie	82
	Annexes	84

CHAPITRE I :

INTRODUCTION

I Introduction : ③

C'est toujours près des points d'eau, le long des fleuves et rivières, ou à défaut, du voisinage de puits et sources, que les hommes se sont regroupés. Car l'eau, en plus d'être une nécessité physiologique, sert à de multiples et de multiples fins : Hygiène personnelle, lessive, cuisson, irrigation....

Le globe terrestre est recouvert à 74 % d'eau, mais il s'agit avant tout d'eau de mer, fortement saline et impropre aux usages communs. Quant aux eaux de surface, elles sont souvent troubles et colorées, et, en régions peuplées, deviennent rapidement polluées et insalubres. C'est pourquoi l'homme a eu très tôt recours aux eaux souterraines, par les sources ou les puits.

En Europe, le moyen âge et le début des temps modernes connurent des épidémies désastreuses souvent propagées par l'eau. La fièvre typhoïde y était endémique. Aussi ne consommait-on, autant que possible, que des eaux de puits dont on alimentait les fontaines publiques. La profession de "Porteur d'eau" devint lucrative et le commerce de l'eau florissant. C'est vers le milieu du 19^e siècle que se généralisa l'utilisation des pompes à vapeur, de tuyauterie métallique et de robinets. Puis vinrent les réseaux de distribution que nous connaissons. Mais la consommation massive que ce système engendra exigeait souvent que l'on

exploitât des eaux de surface ; des méthodes de purification s'imposèrent donc. La désinfection de l'eau à l'aide de chlore fut expérimentée d'abord à la fin du 19^e siècle et se généralisa à partir de 1905. Puis les habitudes d'hygiène collective cessèrent d'être rudimentaires selon les normes modernes, et ainsi apparurent les réseaux d'assainissement, ainsi que les stations de traitement des eaux.

Avec l'accroissement de la population mondiale que l'on prévoit, avec la concentration de cette population dans les centres urbains, on peut dire sans risque d'erreur que la lutte contre la pollution, à peine amorcée, sera une lutte perpétuelle, toujours de plus en plus vive. Elle exigera des changements radicaux dans notre philosophie sociale. Il faudra s'imprégner de la pensée que nous sommes tous fatalement liés à un écosystème commun. Il y a des lois inéluctables, plus fondamentales que les lois de la société, qu'on ne peut ignorer impunément : ce sont les lois de la physique, de la chimie, de la biologie.

En Algérie, à l'instar d'autres pays, avec l'accroissement de la population et de ses besoins, se pose de plus en plus le problème, crucial, de la pollution, et la nécessité de la protection de l'environnement devient impérieuse.

Et cette protection ne peut être réalisée sans une lutte impitoyable contre les sources de pollution, notamment les

industries.

La zone industrielle de Reghaïa, quant à elle, est responsable de la mise à mort plus ou moins lente, d'un milieu naturel : Le lac de Reghaïa. Cette zone est constituée d'unités productrices dont les effluents trouvent leurs débouchés dans ce lac.

L'unité ENqi, étant située dans cette région, constitue l'objet de ce travail. celui-ci n'est qu'une infime contribution à la compréhension d'abord, et à la résolution ensuite du problème, la pollution, qui se pose au lac de Reghaïa.

Cette contribution s'exprime par une analyse des éléments composant l'effluent et leurs effets sur la Faune et la Flore. Pour cela nous ferons, après avoir fait connaissance avec cette unité productrice de gaz industriels d'utilisations courantes, une étude des éléments rejetés, laquelle étude consistera en une analyse chimique (quantitative) des éléments, notamment les composés phosphorés, le sulfite de sodium, le permanganate de potassium et les huiles. D'autre part, un test biologique sera effectué sur un organo-soufre, utilisé au niveau de cette unité pour son pouvoir bactéricide - Algicide. C'est un test qui pourrait permettre de définir un seuil de toxicité de ce biocide vis à vis des microorganismes, et, d'entrevoir une possible biodegradation.

En fin, une conclusion, basée sur les résultats expérimentaux,

à cet humble ouvrage, se fixera pour but de tirer
les enseignements les plus adéquats.

CHAPITRE II :

PRESENTATION DE L'UNITÉ

ZONE INDUSTRIELLE DE ROUIBA-REGHAIA

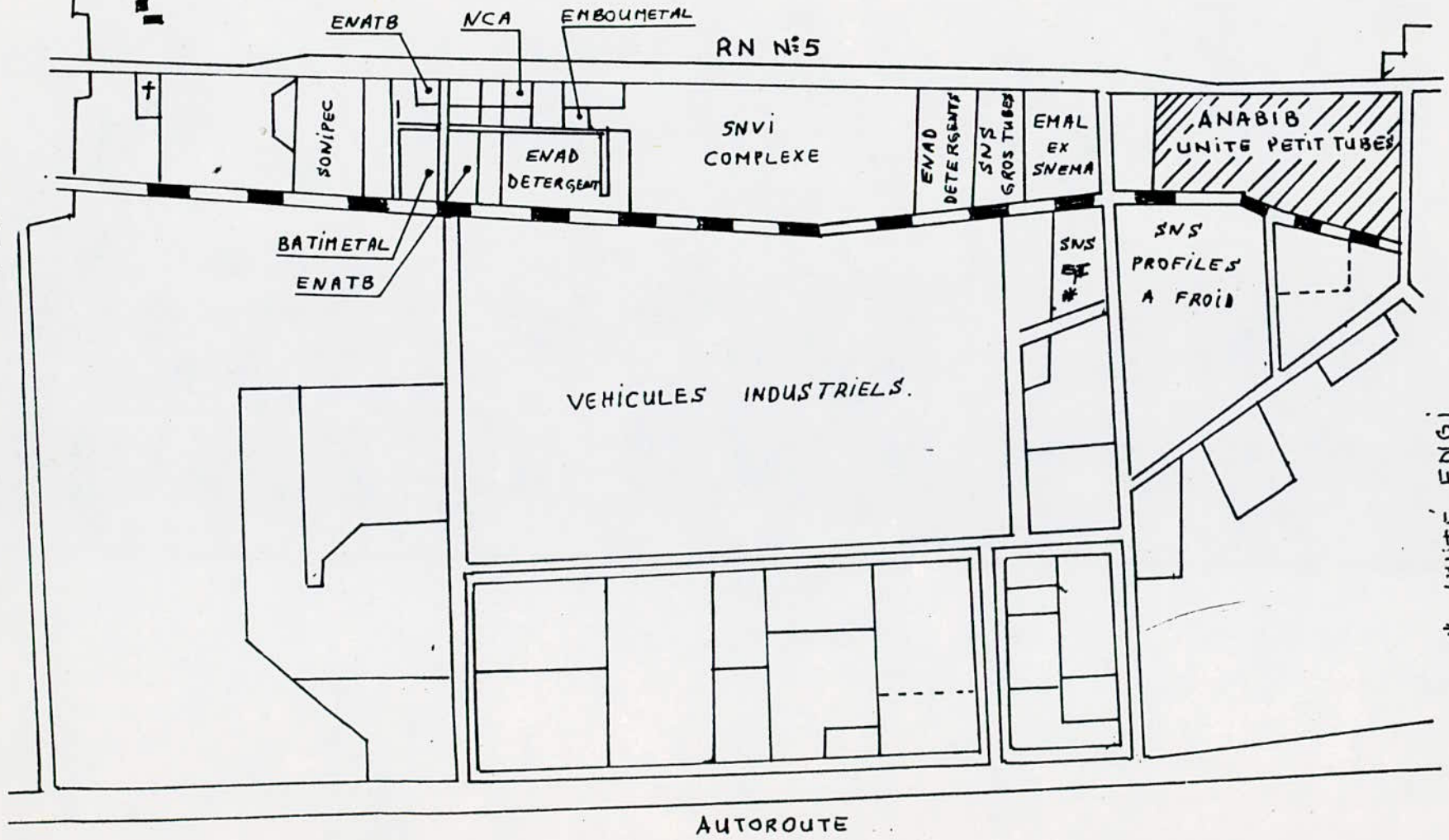
ROUIBA

ECHELLE : 1/20.000 (SOURCE ANAT)



Vers le marraïis ↑

REGHAIA



7.

Présentation de l'unité: (17)

L'unité ENGI est située dans la zone industrielle de Reghaia (voir schéma ci-après) et emploie une soixantaine de personnes. Ses activités consistent à produire du gaz carbonique, de l'oxygène, de l'azote et de l'argon. En raison de la différence des procédés de fabrication, elle est divisée en 2 sous-unités, l'une chargée de la production de dioxyde de carbone (Matière première utilisée: Le fuel) : L'atelier CO₂. Et l'autre s'occupe de la séparation de l'air (en Azote, oxygène, Argon) : L'atelier 2400. Les produits chimiques utilisés au niveau des 2 ateliers sont:

- organo-phosphore's
- organo-soufre's.
- Monoéthanolamine (MEA)
- Permanganate de Potassium
- carbonate de Sodium.

La consommation journalière en eau de l'unité est estimée à 500 m³/j. Dans le but de justifier l'existence des éléments contenus dans l'effluent, il ne serait guère superflu de présenter les procédés de fabrication des gaz sus-mentionnés au niveau des 2 ateliers.

Atelier 2400

Etant donné la composition de l'air qui comprend outre l'azote et l'oxygène, les gaz rares (Argon, l'hélium, le néon), pour pouvoir produire tous ces gaz, on doit procéder à leur séparation,

Pour ce faire, on doit les liquéfier et les distiller ensuite.

• Liquéfaction :

elle est basée sur le principe qui fait que tout gaz comprimé préalablement se refroidit lorsqu'on le détend.

- L'air est d'abord comprimé jusqu'à une pression P à l'aide d'un compresseur d'air.
- On élimine ensuite la vapeur d'eau, le gaz carbonique et autres impuretés afin d'éviter que la glace, la neige carbonique, etc, ne gênent les opérations ultérieures (ces impuretés se déposent sous forme de glace dans les échangeurs réversibles).
- L'air passe par les échangeurs sièges du refroidissement.
- L'air ayant atteint une température de liquéfaction va se distiller dans la colonne.

• Distillation :

elle a pour objet de séparer les différents constituants de l'air dont les températures de liquéfaction sont les suivantes :

Oxygène : $- 183^{\circ}\text{C}$

Argon : $- 185^{\circ}\text{C}$

Azote : $- 196^{\circ}\text{C}$

Helium : $- 269^{\circ}\text{C}$.

• installation de séparation de l'air :

- compresseur centrifuge d'air avec moteur électrique
- échangeurs de température
- colonne de liquéfaction.

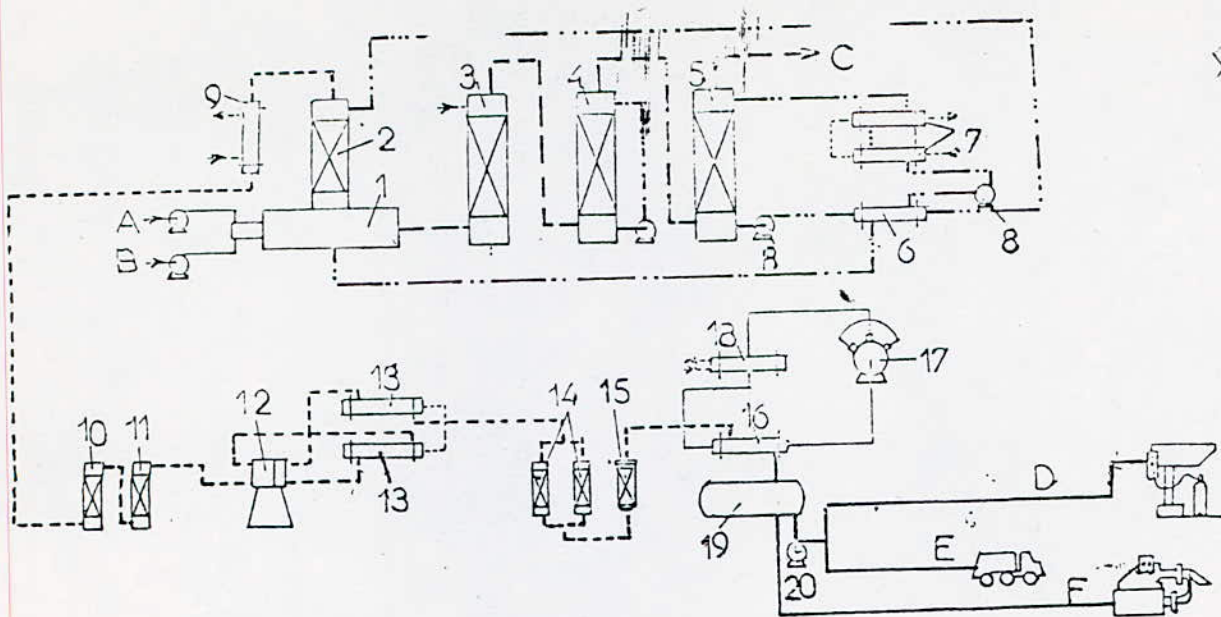
- filtres oxygène (élimination traces hydrocarbures)
- Compresseur centrifuge d'azote avec moteur électrique
- turbine d'expansion pour la production de froid.
- tour de refroidissement d'eau.

Atelier CO₂

Parmi les sources exploitées pour l'obtention de l'anhydride carbonique, il existe la combustion de fuel ou gaz naturel. Le CO₂ récupéré doit être épuré et liquéfié ensuite, pour cela on lui fait subir les traitements suivants :

- refroidissement des fumées dans la colonne à eau
 - dépoussiérage
 - desulfuration.
 - absorption du CO₂ sur lessive (MEA).
 - régénération de la lessive MEA.
 - refroidissement du CO₂ dégagé.
 - élimination des traces d'amine.
 - Séchage du CO₂ dans les batteries de dessiccation (Alumine).
 - Epuration du CO₂ au charbon actif.
 - Liqéfaction du CO₂ dans le liqéfacteur à contre courant avec l'ammoniaque (NH₃)
 - Conditionnement.
- installation de production de CO₂ :
 - chaudière.

O₂



- — — — — Gaz de fumée
- Solution de soude
- Solution de MEA pauvre
- Solution de MEA riche
- - - - - Gaz CO₂
- — — — — CO₂ liquide
- — — — — Frigorigène
- - - - - Eau réfrigérante

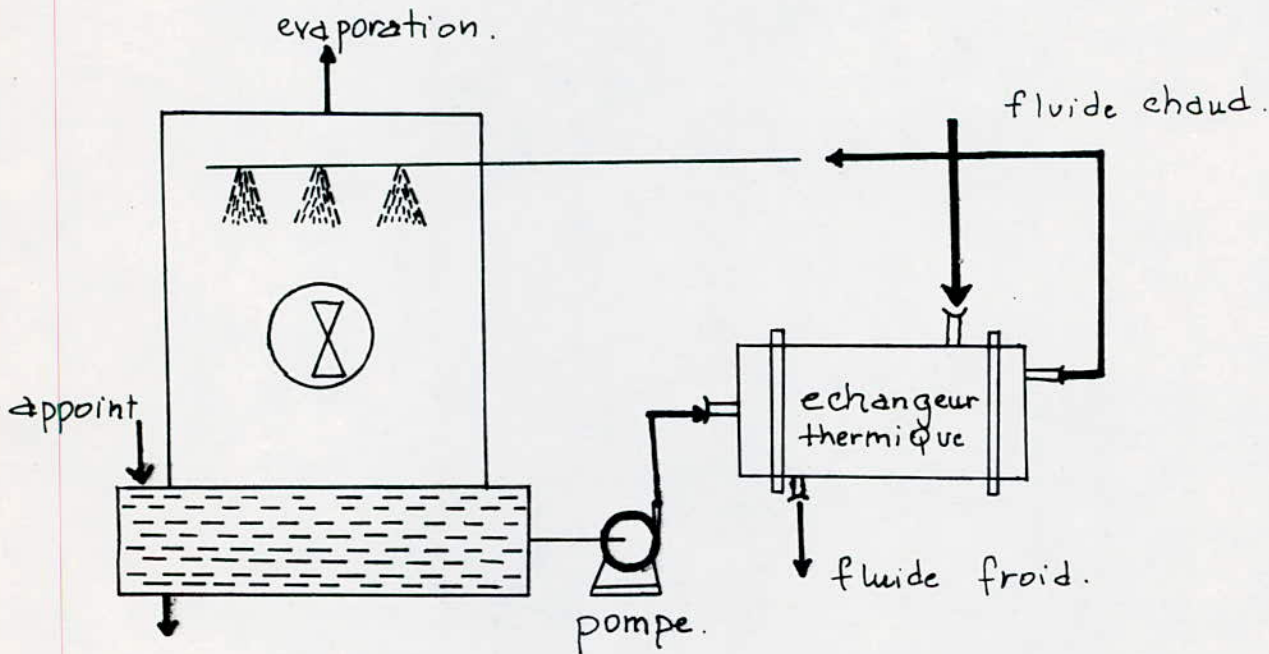
- A FUEL-OIL
- B AIR DE COMBUSTION
- C GAZ RESIDUEL
- D Vers station d'EMBOUTEILLAGE
- E Vers TRANSPORT en vrac
- F Vers Presse à Glace Carbonique

- 1- chaudière
- 2- Dégazeur CO₂
- 3- Colonne à eau
- 4- Colonne à carbonate de soude
- 5- Colonne d'absorption
- 6- Réfrigérant 1
- 7- Réfrigérant 2
- 8- Pompe solution
- 9- Condenseur vapeur réfrigérant CO₂
- 10- Colonne à permanganate
- 11- Colonne à eau
- 12- Compresseur sec CO₂
- 13- Réfrigérant CO₂
- 14- Batterie dessiccation
- 15- Epurateur CO₂ (charbon activé)
- 16- Liquéfacteur CO₂
- 17- Compresseur frigorifique
- 18- Condenseur de liquide frigorigène
- 19- Réservoir de stockage CO₂
- 20- Pompe CO₂

- tour de lavage et absorption
- batterie d'échangeur de chaleur.
- Dégazeur.
- Compresseur à piston sec.
- batterie de séchage et filtration
- groupe frigorifique avec liq. facteur CO_2 .
- tour de refroidissement d'eau.

Circuit de refroidissement :

Les échanges thermiques existant dans les 2 procédés de fabrication nécessitent l'emploi d'une eau de refroidissement, d'où l'existence de 2 tours de refroidissement au niveau des 2 ateliers. Le circuit de refroidissement pour les 2 ateliers est du type Semi-ouvert à recirculation sur réfrigérant atmosphérique.



Pour protéger ces circuits contre le tartre et la corrosion, on utilise 2 types d'organo-phosphorés. Il s'agit respectivement pour l'atelier 2400 et l'atelier CO₂ du Kemazur 1134 et H045. Au niveau de l'atelier 2400, comme il y a possibilité de pullulement d'algues et de bactéries on utilise également un bactéricide-Algicide Le Kemazur 1415 qui est un organo-soufre.

En ce qui concerne l'atelier CO₂, en plus des eaux de refroidissement, on rejette, périodiquement, et sous forme de purges un mélange carbonate-sulfite de sodium, et du permanganate de potassium.

Le débit de rejet pour chaque atelier est de 5 m³/h.

D'autre part, il existe un garage pour les véhicules utilitaires de l'unité, lequel est à l'origine d'une micro-pollution : il s'agit des huiles de vidange et autres graisses.

Le tableau suivant montre quels seraient les éléments susceptibles d'être rejetés :

Ateliers	2400	CO ₂	Garage.
Éléments rejetés	<ul style="list-style-type: none"> • Organo-phosphoré (Kemazur 1134) • Organo-soufré (bactericide-Algicide) (Kemazur 1415) 	<ul style="list-style-type: none"> • composé phosphoré (H045) • Carbonate de Sodium + Sulfite de Sodium. (P) • Permanganate de potassium (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • huiles et graisses.
Débit de rejet	5 m ³ /h	5 m ³ /h	environ 50 l/j

(P) : Purge : - environ tous les 15 jours pour le permanganate de potassium

- environ toutes les semaines pour le carbonate + sulfite de Sodium.

Remarque :

Jusqu'à récemment, la MEA (Monoéthanolamine) était également rejetée dans l'écosystème. En raison de l'interdiction formelle adressée par les autorités, la MEA utilisée est récupérée par la Naftal.

CHAPITRE III : PARTIE THEORIQUE

Cette partie comporte une présentation des éléments entrant dans la composition de l'effluent. On parlera de leur origine (au niveau de l'unité, notamment dans les cycles de fabrication des différents gaz), ainsi que de l'éventuel effet sur l'environnement de chacun d'eux.

III 1 Les composés phosphorés.

III 2 Le Permanganate de Potassium.

III 3 le carbonate et le sulfite de Sodium

III 4 les huiles et les graisses.

III.1 LES COMPOSÉS PHOSPHORÉS :

III.1.1 origine de la pollution : (17)

elle est causée par l'utilisation, au niveau des 2 ateliers de 2 dérivés organophosphorés. Ce sont respectivement pour l'atelier 2400 et l'atelier CO₂, le Kemazur 1134 et le H045.

Présentation et principe d'utilisation du K 1134 et du H045 :

- Le K 1134 est une formulation liquide à base de dérivés organophosphorés, d'inhibiteurs minéraux et organiques et de polyelectrolytes de synthèse qui assurent au produit une haute efficacité à la fois antitartre et dispersante.

les composés organophosphorés agissent par effet de seuil. ils interfèrent à très faible dosage sur le processus de cristallisation des sels entartrants, empêchant ceux-ci de précipiter. Les polyelectrolytes de synthèse utilisés ont une masse molaire appropriée pour obtenir le meilleur effet dispersant afin d'éviter les dépôts des fines particules, matières en suspension, oxydes... qui, maintenus dispersés dans l'eau du circuit, sont finalement évacués au niveau des purges.

Le K 1134 contient un inhibiteur de corrosion spécifique du cuivre et des alliages cuivreux qui assure la protection des parties nobles du circuit.

- Le H045 est un produit combiné liquide sur la base de composés organiques de phosphore. C'est un stabilisant de

dureté pour des systèmes d'eau industrielle, où il faut tenir compte des précipitations de dureté causées par un haut degré hydrotimétrique de l'eau et/ou des températures de la paroi de plus de 60°C .

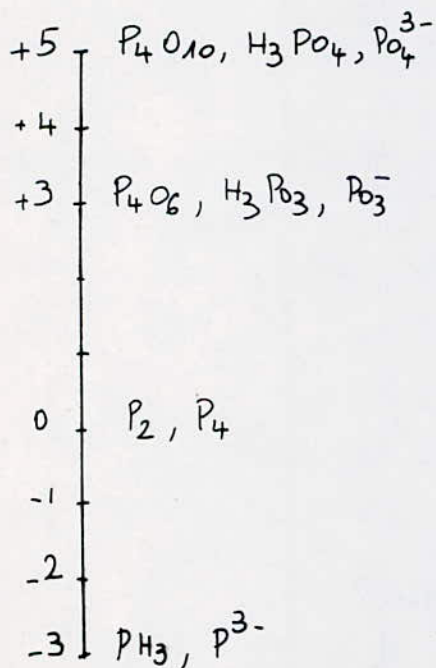
En outre H045 est susceptible de décomposer des dépôts précipités existants (sédiments de dureté et d'oxydes).

H045 a l'effet d'un inhibiteur à la corrosion.

III 12 PROPRIETES physico-chimiques: ⑦ ⑭ ⑮

Le phosphore est un élément assez répandu, dont la teneur en masse dans l'écorce terrestre est $0,1\%$.

Le phosphore a cinq électrons périphériques, il présente généralement les états d'oxydation $-3, 0, +3, +5$.



à l'état naturel, le Phosphore se rencontre surtout sous forme de Phosphates, donc du degré d'oxydation $+V$.

On distingue 2 types de phosphates :

Les phosphates inorganiques :

- Les orthophosphates (état assimilable par les plantes)

Ceux-ci sont les sels de l'acide phosphorique H_3PO_4 .

le radical orthophosphate est tétraédrique.

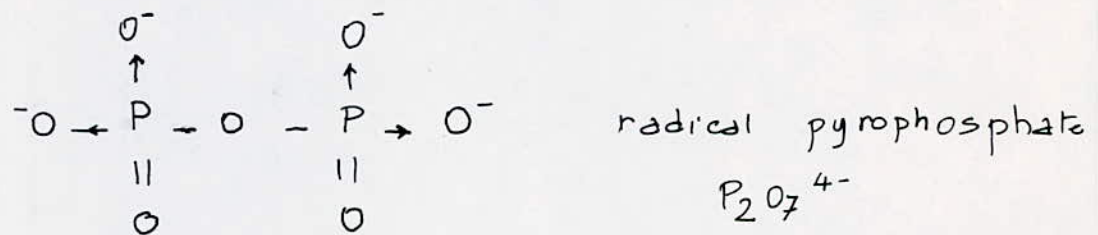


les orthophosphates alcalins sont solubles en particulier les orthophosphates acides (ou hydrogénés) comme Na_2HPO_4 ou NaH_2PO_4 , tandis que les alcalino-terreux sont peu solubles comme $Ca_3(PO_4)_2$

- les polyphosphates

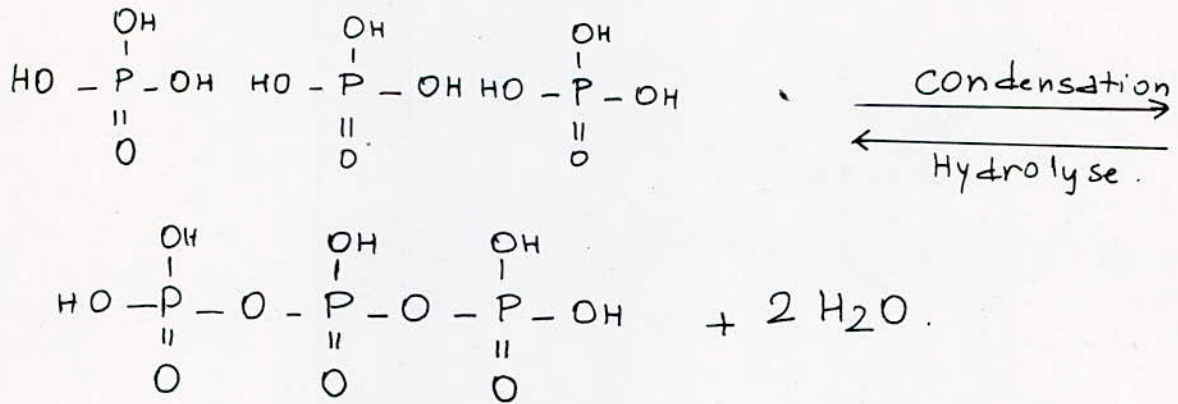
la structure ortho tend à se polymériser avec formation de polyphosphates linéaires ou cycliques.

exemple :



Ces polymères sont obtenus par condensation, c'est à dire élimination d'une molécule d'eau entre 2 molécules d'acide phosphorique.

exemple :

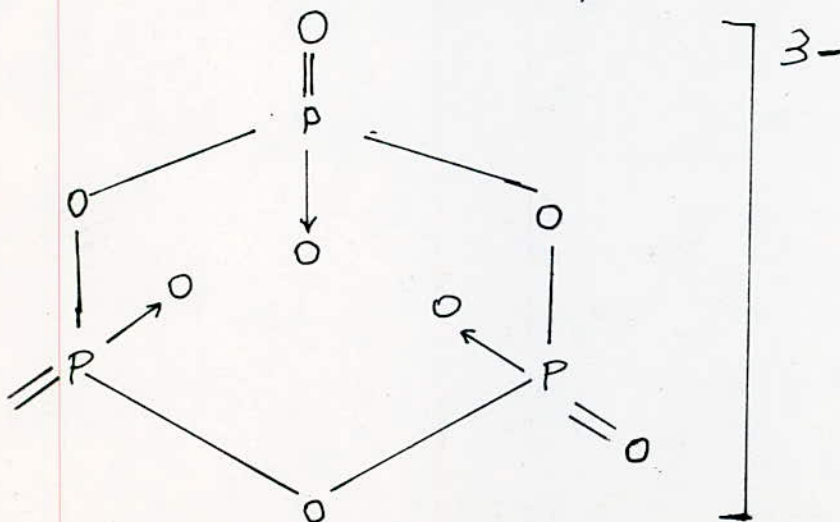


Acide tripolyphosphorique.

les polyphosphates proprement dits ont une structure lineaire et pour formule generale $M_n P_n O_{3n+1}$, $n (MPO_3)$
 les premiers termes de la serie des sels de sodium sont le pyrophosphate $Na_4 P_2 O_7$ puis le tripolyphosphate $Na_4 P_2 O_7, NaPO_3$ ou $(Na_5 P_3 O_{10})$.

- les polyphosphates cycliques ou metaphosphates :

formule generale : $(PO_3^-)_n$ - les plus importants sont les tri- et les hexa metaphosphates



radical trimetaphosphate
 $[(PO_3)_3]^{3-}$

Ces polyphosphates condensés sont très solubles et fortement alcalins. Ce sont des agents qui sequestrent les ions Ca, Mg, et autres cations bi ou trivalents. Cependant les polyphosphates présentent l'inconvénient de se décomposer progressivement par hydrolyse en donnant naissance à des ions orthophosphates PO_4^{3-} . La vitesse d'hydrolyse augmente avec la température et l'acidité du milieu, sans que l'on puisse parler d'un seuil précis au delà duquel les polyphosphates sont détruits, leur efficacité devient aléatoire au-delà de 60°C .

- De nos jours, on utilise largement dans tous les circuits de refroidissement, des dérivés organiques du phosphore, les phosphonates.

Ces composés sont commercialisés sous forme de solutions concentrées et sont stables au-delà de 100°C et sensibles à la présence de chlore libre.

NOS deux composés appartiennent à cette catégorie de composés phosphorés.

Parmi les phosphates inorganiques, on distingue également les apatites ($\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; $\text{CaF}_2 \cdot 3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) et les orthophosphates de Fer et d'Aluminium (FePO_4 , AlPO_4) existant dans un grand nombre de roches.

les phosphates organiques :

le phosphore intervient dans la matière vivante : Dans les os, qui sont constitués en grande partie de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ auquel est

associé un peu de Fluor, ainsi que dans les cellules de nombreux organes et du système nerveux. Le di- et triphosphate d'Adénosine (ADP et ATP) jouent un rôle essentiel dans les cellules, entre autres pour emmagasiner l'énergie.

III 13 Incidences sur la faune et la Flore : (4) (2) (8) (9)

Le principal inconvénient du phosphore est de favoriser l'eutrophisation des cours d'eau qui se traduit par un développement excessif d'algues et une élévation du pH pouvant atteindre la valeur de 9 voire 10.

Lutte contre l'eutrophisation :

L'eutrophisation est une amplification d'un phénomène naturel, la croissance végétale qui se manifeste lorsque plusieurs conditions sont réunies : éclaircissement important, température élevée, écoulement lent et présence de nutriments.

Comme il n'est pas possible d'intervenir efficacement sur les conditions de température, d'éclaircissement 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.

On pourrait penser que le choix devrait se porter préférentiellement sur l'azote d'autant que les composés azotés sont gênants et indésirables à plus d'un titre contrairement au phosphore.

En fait on s'aperçoit qu'une politique de lutte contre l'eutrophisation basée sur l'élimination des composés azotés ne

Serait guère efficace pour les raisons suivantes :

- Certains cyanophycées sont capables de fixer l'azote de l'air et trouvent donc dans l'atmosphère un réservoir inépuisable.

- Les composés sont très mal retenus par les sols et les apports d'origine diffuse difficilement maîtrisables sont de ce fait très importants.

A l'inverse le phosphore est facilement fixé par le complexe argilo-humique du sol. Les apports d'origine diffuse proviennent donc de l'érosion des sols qui se produit essentiellement en période hivernale lors des précipitations, c'est à dire une période où le débit des cours d'eau est élevé et où les autres conditions de l'eutrophisation ne sont pas réunies. Il en résulte que durant la période favorable à l'eutrophisation, le phosphore déversé dans les cours d'eau a pour origine des rejets ponctuels bien identifiés qu'il est possible de maîtriser.

Toutes ces raisons font que le phosphore est considéré comme le facteur limitant sur lequel il est possible d'agir efficacement pour combattre l'eutrophisation des eaux de surface.

III.4.4 Élimination du Phosphore :

Il apparaît clairement, ainsi, que la lutte contre l'eutrophisation est impérativement liée à la lutte contre le phosphore, d'où l'intérêt de disposer de plusieurs méthodes d'élimination

du phosphore.

On distingue :

- La déphosphation physico-chimique.

Parmi les procédés de déphosphation, la seule technique fiable et efficace reste la précipitation chimique ou physico-chimique au moyen d'électrolytes minéraux. Les ions phosphates (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-) révèlent une grande affinité avec les cations métalliques multivalents (Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} ...) avec formation de précipités stables insolubles, aisément séparables du liquide interstitiel qui les baigne.

Precipitation par les sels d'Aluminium :

Le mécanisme généralement proposé est celui de la formation du précipité de phosphate d'Aluminium obtenu du sel avec les orthophosphates présents :



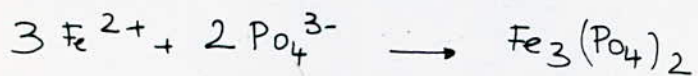
L'effet du pH a une grande importance sur la précipitation. Stumm propose un pH de 6,3 alors que Recht et Gassem indiquent un pH de 6.

Precipitation par les sels de Fer

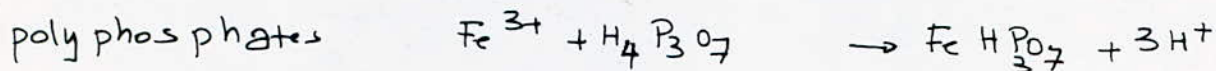
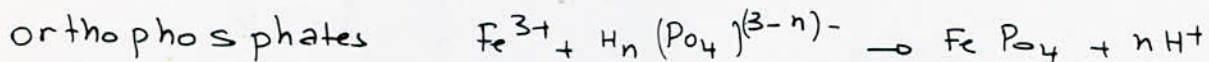
L'utilisation des sels de fer pour l'élimination des phosphates conduit à des rendements identiques à ceux obtenus avec les sels d'Aluminium. Un pH de 3,4 à 4,5 est nécessaire à une bonne élimination des phosphates par les sels Ferriques ; alors que les sels ferreux réagissent sur une grande plage

de PH.

• Reactions : - avec les sels ferreux :

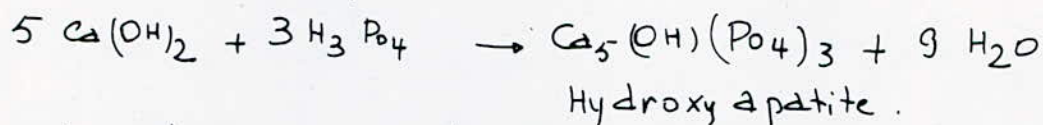


- avec les sels ferriques :



Précipitation par la chaux :

L'action de la chaux sur les orthophosphates se traduit par la réaction suivante :



D'après Schmitt et McKinney il faut un PH de 9,5 pour une bonne élimination des phosphates.

• La déphosphatation biologique :

une boue activée libère des phosphates en conditions anaérobies. Si cette boue est ensuite mélangée sous aération, à l'eau usée, elle absorbe immédiatement une quantité importante de phosphates.

III 2 LE PERMANGANATE DE POTASSIUM (KMnO_4). (10) (17)

L'effluent contenant le permanganate de potassium est caractérisé par une coloration rougeâtre, qu'il serait erroné de qualifier de naturelle.

III 2.1 Caractéristiques physiques :

le Permanganate de potassium est un cristal violet foncé,

avec éclat métallique qui se laisse mélanger avec l'eau à certaines proportions. En outre le sel est soluble dans l'acétone, le vinaigre glacé, et l'alcool méthylique.

Formule chimique : KMnO_4

Poids Moléculaire : 158,03

UTILISATION AU SEIN DE L'UNITÉ :

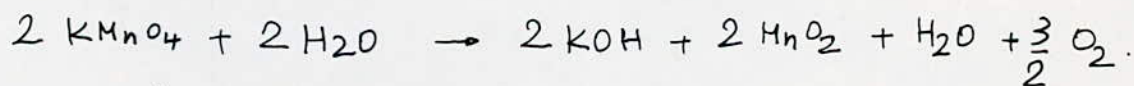
Dans le processus de fabrication de CO_2 , il sert à éliminer les traces de MEA. On utilise des solutions aqueuses entre 3 et 4%. On consomme pour la production de 1000 kg de CO_2 environ 95 kg de KMnO_4 . Dès que le pourcentage de la solution tombe au dessous de 1%, il faut renouveler la solution.

• Autres utilisations du KMnO_4

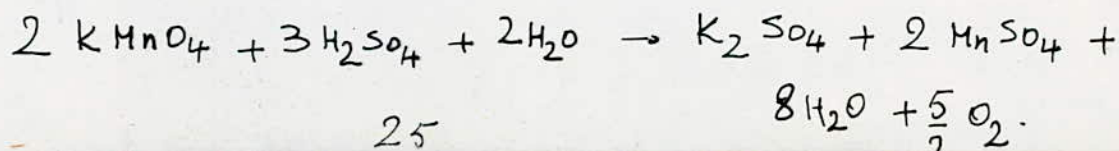
- utilisé dans la stérilisation
- pour une eau présentant des goûts et des odeurs désagréables, le KMnO_4 est utilisé en complément à un traitement au chlore.

• Reactions intervenant dans l'utilisation du Permanganate dans l'eau :

en milieu alcalin.



en milieu acide



23 Incidence du Permanganate sur la Faune et la Flore: ⁽¹¹⁾

D'après les indications de différents auteurs, la limite de mortalité du KMnO_4 pour les poissons se situe à des concentrations allant de 2,2 à 4,1 mg/l Mn. Le KMnO_4 est, en général, moins toxique vis à vis des algues que le sulfate de cuivre ou l'hypochlorite de sodium mais son action toxique est cependant supérieure à celle de l'arsénite de sodium.

En ce qui concerne l'effet du KMnO_4 sur les organismes inférieurs; son action toxique vis à vis des infusoires, des larves d'insectes, des vers, des diatomées... paraît cesser à la dilution de 1:1 000 000.

Le Permanganate de Potassium est un toxique très puissant pour les bactéries putréfiantes. Dans une solution putrescible, additionnée de 0,002 % de KMnO_4 , il ne s'est produit aucune putréfaction en l'espace de 3 jours. A la dilution de 1:50000, le KMnO_4 n'entrave pas la fermentation alcoolique des levures. Vis à vis des vibrions cholériques le KMnO_4 exerce encore un effet bactéricide à la dilution de 10^{-6} . En présence de matières organiques, par contre, il faut de plus fortes concentrations de ce sel par exemple 1:5000, E. Typhosa résiste encore à des concentrations beaucoup plus élevées.

Le carbonate de Sodium et le sulfite de Sodium: ②③

III 3.1 Présentation du problème :

On rencontre le carbonate de sodium dans le processus de fabrication du dioxyde de carbone. Il sert à épurer les gaz des molécules de SO_2 provenant de la combustion du fuel. Ainsi au niveau de la colonne à carbonate de sodium, il se produit la réaction suivante :



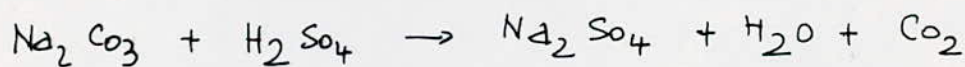
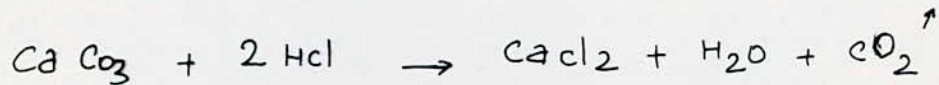
Au bout d'un certain temps de production (environ une semaine), il ne reste guère assez de molécules de Na_2CO_3 pour épurer le gaz de ses molécules SO_2 .

La purge a alors automatiquement lieu, et l'effluent contient du sulfite de sodium (le plus fort pourcentage) et du carbonate de sodium.

III 3.2 Généralités :

Carbonates :

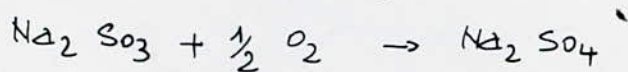
En général, les carbonates font effervescence quand ils sont traités par les acides forts : il y a dégagement de gaz carbonique.



Leurs solutions sont à caractère basique suite à l'hydrolyse de ces sels dérivant d'un acide très faible.

Sulfites:

le sulfite de sodium est surtout connu pour son utilisation dans la réduction de l'oxygène. La réaction est :



Consommation théorique :

7,88 g de sulfite de sodium par gramme d'oxygène dissous.

III.3.3 Incidences sur la faune et la flore : (11)

le sulfite de sodium :

- Poissons : il a suffi d'une concentration de 100 mg de Na_2SO_3 par litre pour provoquer la mort chez les CYPRINS DORÉS.

- organismes inférieurs : les sulfites ont une action toxique vis à vis des microorganismes anaérobies ; la digestion est retardée par 50 mg/l, et empêchée par 100 mg/l de soufre des sulfites. une action toxique ne se produit pour les protozoaires, qu'en présence de concentrations plus élevées.

Le seuil de perturbation du sulfite de sodium pour *Vorticella* *Comanulla* est d'environ 1200 mg/l ; le seuil critique pour *Paramecium caudatum* est de 1500 mg/l. Chez *Vorticella*, le sulfite de sodium provoque un ralentissement des mouvements ondulatoires et une lente contraction du pedoncule musculéux ; chez *Paramecium*, il produit des mouvements désordonnés.

le carbonate de sodium :

On ne connaît pas d'effet toxique de ce composé dans l'environnement.

III 4 Les huiles et les graisses : (13) (11)

III.4.1 Origine de la pollution :

L'unité ENGI dispose de garages destinés aux véhicules utilitaires chargés du transport des produits de l'unité. Ceux-ci effectuent leurs purges, induisant le rejet de ce micropolluant dans les eaux résiduaires.

III.4.2 GENERALITES :

les huiles et les graisses ont été classés parmi les micropolluants organiques. Ceux-ci en général sont susceptibles d'entraîner des phénomènes toxiques. Que la pollution par ces dérivés soit attribuée aux activités agricoles, industrielles ou aux besoins domestiques, elle se caractérise par son caractère insidieux et par sa complexité,

les huiles et les graisses que l'on peut trouver dans l'eau sont très souvent sous forme d'émulsions ou saponifiées sous l'action de produits chimiques, de détergents etc...

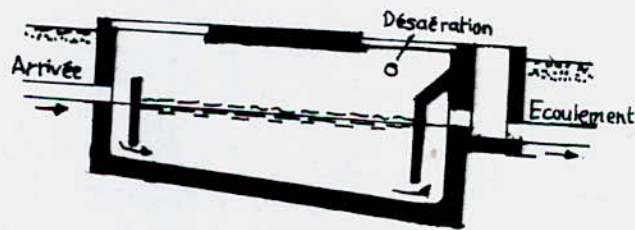
il est bien connu que la présence de graisses et d'huiles constitue une gêne considérable pour le fonctionnement normal des stations de traitements des eaux usées.

III.4.3 Elimination des huiles et des graisses :

il est possible de se débarrasser de ces huiles et graisses, à l'aide des séparateurs. La séparation se fait dans des réservoirs ou des bacs construits de façon telle que l'eau résiduaire circule lentement dans la partie inférieure, tandis que

les substances légères montent à la surface et s'y rassemblent en une couche flottante, d'épaisseur uniforme. la vitesse ascensionnelle, à déterminer par des essais est d'une très grande importance pour les dimensions à donner à l'installation. De cette vitesse ascensionnelle, ainsi que du volume des eaux résiduaires, découle la surface nécessaire du bassin.

les séparateurs de graisse se composent essentiellement de bassin dans lesquels les eaux arrivent et sont évacuées par le fond. on obtient ainsi une couche tranquille en surface. Pour permettre une élimination plus facile des boues décantées, on donne au fond une pente de 1:2 en direction de la sortie.



Séparateurs de graisses
à compartiment unique,
suivant norme DIN 4040

114.4 Incidence sur la faune et la flore :

La biodégradabilité des huiles (en général des hydrocarbures) est lente. En cas de pollution accidentelle, leur présence dans une eau souterraine peut être très longue. Les huiles induisent également la création d'un film qui nuit à la reoxygénation des eaux de surface et freine leur auto-épuration.

CHAPITRE IV :

TEST BIOLOGIQUE SUR UN BACTERICIDE-
ALGICIDE :

le Kemazur 1415.

IV TEST BIOLOGIQUE SUR UN BACTERICIDE - ALGICIDE :

Le Kemazur est un biocide utilisé pour inhiber la croissance des microorganismes au niveau de la station de refroidissement de l'atelier 2400.

IV.1 But du test : (12) (15)

"Seule la dose fait le poison". Cette remarque peut s'appliquer à la microflore dégradant certains biocides. Il est connu, en effet dans la littérature que certaines souches de microorganismes étaient capables de dégrader un produit biocide. Pour de faibles concentrations, alors que cette capacité disparaissait pour des doses plus élevées.

Cette notion de dose constitue le paramètre principal de ce test, par le biais duquel, il s'agira de vérifier l'effet bactericide - algicide de ce biocide, notamment à la dose "nominale" (0,1 ml/l), utilisée au niveau de l'unité.

Ou bien ce test nous conduira-t-il à conclure à une possible biodegradation, qui ne pourra être confirmée que par un travail, à la fois, long et minutieux, sur des souches sélectionnées ?

IV.2 Notion de toxicité : (8)

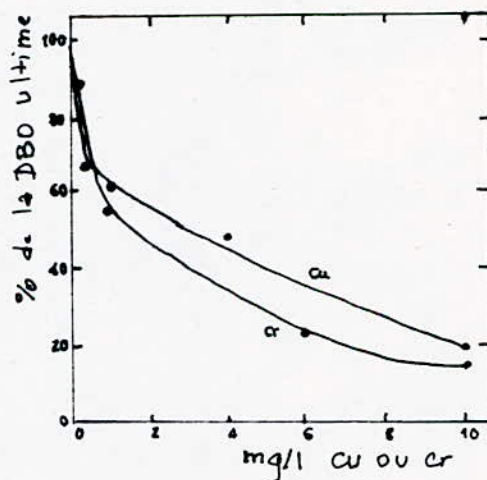
Divers composés chimiques sont toxiques, vis-à-vis

des microorganismes.

Aux fortes concentrations, la flore microbienne est tuée, aux faibles concentrations, son activité est réduite.

Exemple : l'effet de teneurs croissantes en métaux lourds sur la DBO est illustré ci-dessous.

un effet toxique se traduit généralement par une augmentation de la DBO au fur et à mesure que le taux de dilution augmente.



Influence de la concentration en ions métalliques sur la DBO

(D'après Morgan et Lackey)

[8]

13 Notion de dégradation et de biodégradation :

La biodégradabilité d'une substance exprime son aptitude à être décomposée par les microorganismes décomposeurs (bactéries, champignons...). La plupart des substances d'origine naturelle sont facilement et rapidement biodégradées, leur présence dans les eaux usées se traduit donc par une consommation rapide d'oxygène ; Ce type d'évolution est constaté pour les effluents domestiques ou de nombreuses industries agricoles. Par contre d'autres substances également d'origine naturelle ne sont que lentement et difficilement biodégradables. C'est le cas de la lignine par exemple. Le même comportement se retrouve chez nombre de produits de synthèse dont la structure moléculaire résiste à la dégradation bactérienne (détergents dits "durs").

Cependant les bactéries produisent une grande variété d'enzymes susceptibles de décomposer de très nombreuses substances complexes. Certaines ont, en outre, la

façulté de s'adapter à la métabolisation de substrats inhabituels en synthétisant de nouvelles enzymes adaptés à ces composés dans certaines conditions de milieu (dilution convenable, oxygénation, etc...).

les raisons biologiques qui font qu'un microorganisme s'avère capable de dégrader un produit organique de synthèse que, ni lui, ni ses "ancêtres" n'ont probablement jamais connu sont encore obscures. Ce que l'on sait cependant c'est que pour parvenir à cette dégradation un microorganisme dispose de deux possibilités :

1^{ère} possibilité : le produit dégradé constitue une source nutritive pour une ou quelques souches de microorganismes : Dégradation par métabolisme.

2^e possibilité : il est apparu récemment que certains produits, sans être capables d'assurer la croissance des microorganismes pouvaient cependant être dégradés par co-métabolisme.

Cette voie de dégradation nécessite la présence d'une source de carbone et d'énergie accessoire pouvant provenir de plusieurs substrats, appelés co-substrats (ce co-substrat peut ou non avoir une structure moléculaire voisine de celle du biocide).

la dégradation du produit peut être primaire (modification du motif moléculaire sans minéralisation) ou ultime (minéralisation).

Aspect cinétique de la dégradation des biocides:
l'étude cinétique d'un phénomène est l'étude de la vitesse de son déroulement. D'une façon générale on peut assimiler la dégradation des biocides à une réaction chimique: Dans ce cas, la vitesse de cette réaction est définie comme la vitesse de disparition ou d'apparition d'une espèce moléculaire considérée comme caractéristique de la réaction:

De cette définition découlent certaines possibilités expérimentales d'étude de la cinétique de la dégradation des biocides. On trouve en effet des cinétiques de la dégradation qui s'intéressent:

- à la disparition de la molécule initiale.
(Seule l'espèce moléculaire initiale est prise en considération).
- à l'évolution d'un intermédiaire : on s'intéresse à un intermédiaire réactionnel, exemple : les chlorures. (nombre de molécules biocides possèdent des atomes de chlore qui sont relâchés sous forme de chlorures non adsorbés dans le milieu au cours de la dégradation.)
- à la consommation d'oxygène (ou le rejet de CO_2) des souches dégradantes (il s'agit de méthodes respirométriques dont le but est de relier la quantité d'oxygène consommé à la quantité de produit dégradé. (Quantité nécessaire pour : $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2$)).

Principaux types de courbes de dégradation :

on peut schématiquement, rattacher les courbes de dégradation des biocides à 3 types principaux :

- courbes du 1^{er} type : existence de 2 phases nettement individualisées : à une période de

latence correspondant au maintien du produit sous sa forme chimique initiale succède une phase de dégradation active.

- Courbes du 2^e type : la phase de latence est extrêmement réduite.

- Courbes du 3^e type : se résument exclusivement à la phase de dégradation active.

la phase de latence : Sa durée peut varier de quelques mois suivant le type de produit, la dose, le pH, la température et aussi la fréquence d'un même traitement.

On peut proposer au moins 2 causes biologiques permettant d'expliquer son existence :

- d'une part les micro-organismes doivent s'adapter au nouveau substrat. ceux-ci en effet ne possèdent pas un stock enzymatique immuable et très souvent, l'enzyme responsable de la dégradation d'un substrat n'est synthétisé qu'en présence de ce substrat : il s'agit d'enzymes adaptatifs.

D'autre part cette période peut correspondre à la phase

de multiplication de germes capables de dégrader le biocide.

Phase de dégradation active :

Seule présente dans les courbes de type 3.

Sa durée peut varier de quelques semaines à quelques années suivant les produits.

C'est à cette phase de dégradation active que l'on a essayé d'adapter les données théoriques de la cinétique chimique en phase homogène permettant de donner une description mathématique au processus de dégradation.

IV.4 Présentation du bactéricide-algicide. (17)

Le Kemazur 1415 est un liquide composé de différents dérivés organo-soufrés. Ces derniers rendent ce complexe particulièrement efficace pour lutter contre de nombreuses algues et bactéries. Le Kemazur 1415 agit principalement en bloquant la sporulation des organismes, supprimant ainsi les possibilités de reproduction.

Il est de plus compatible avec la plupart des sels

minéraux contenus dans les eaux industrielles (phosphates, sulfates, carbonates, bicarbonates, nitrites ...)

la dureté, non plus, n'influe pas sur son efficacité. Son pouvoir germicide est supérieur en milieu légèrement alcalin.

Caractéristiques :

aspect : liquide jaune ambre.

densité à 20°C : 1,15

pH : 11,5.

pH solution 1% : 8,6.

tension superficielle : 32 dyn/cm

viscosité à 20°C : 5 cps.

V.5 EXPERIMENTATION :

l'expérience consiste en l'aération d'une portion d'eau de l'oued EL-HARRACH, comme source de microorganismes, avec de croissantes doses du toxique K1415 en présence du milieu nutritif.

l'effet bactéricide-algicide est observé par moyen d'ensemencement des boîtes de Petry avec de l'agar nutritif. Cette partie comporte la préparation du milieu

- $Mg(SO_4), 7 H_2O$ 50 mg.
- KNO_3 ou KCl 25 mg.
- + $Ca(NO_3)_2$ ou $NaNO_3$ 25 mg.

il faut également des micro-éléments :

- H_3BO_3 3 μg .
- $MnCl_2, 4 H_2O$ 1,8 μg .
- $ZnSO_4, 7 H_2O$ 0,2 μg .
- $Na_2MoO_4, 2 H_2O$ 0,4 μg .
- $CuSO_4, 5 H_2O$ 0,05 μg .
- $Co(NO_3)_2$ 0,05 μg .

Sitôt ces éléments nutritifs mélangés, on fera bouillir jusqu'à complète dissolution dans un litre d'eau. on stérilisera ensuite à l'autoclave (121°C sous 1,0 atm), pendant 15 mn. On répartira ensuite la solution (toujours liquide) dans des boîtes de Petry.

D'autre part, on laissera à notre disposition, une certaine quantité de milieu nutritif sous forme de poudre qu'on utilisera (ainsi qu'on le verra par la suite) dans notre expérience.

5.2 Déroulement de l'expérience :

Sitôt le matériel nécessaire au bon déroulement de l'expérience réuni, on procède aux manipulations

Suivantes :

- jour 0 [j0]

On verse un volume $v = 5\text{ l}$ d'eau fraîche de l'oved El-harrach dans un bac en verre aéré. On prélève des échantillons (1ml) et on ensemence dans les boîtes de Petry (déjà préparées). on laisse incuber à la température ambiante (jusqu'à 7 jours). Une boîte est mise à la lumière du jour et l'autre à l'obscurité.

Prélèvement 0 [Po]. on s'attend à une croissance des algues à côté des bactéries dans les boîtes à la lumière.

Après ce prélèvement on ajoute au bac la solution de Kemazur 1415 et ce avec une concentration égale au dixième de celle ("nominale") utilisée au niveau de l'unité ($C_{\text{nominale}} = 9,1\text{ ml/l}$). Pour cela, on ajoute au bac, 9,5ml de K.1415 dilué à 10% et on obtient ainsi une concentration

de 901 ml/l. Après avoir agité, on verse de la poudre nutritive (60 mg/5l) du milieu sec dissous à chaud dans 3 ÷ 4 ml d'eau distillée.

- Jour 3 [J3]:

Après 3 jours, on prélève des échantillons (= 1 ml) et on ensemence dans 2 nouvelles boîtes: Prélèvement 3 [P3].

De la même manière, après le prélèvement, on ajoute une dose plus élevée de K1415 10%, $V = 1,5$ ml, de telle façon à avoir la concentration 903 ml/l dans le bac. On ajoute également (60 mg/5l) de milieu sec.

- Jour 6 [J6]:

il était prévu d'ajouter 2,5 ml de Kemazur diluée 10% au bac. Mais comme le test témoin I (voir ci-dessous) n'a pas prouvé l'action bactéricide pour une concentration égale à 91 ml/l (celle de l'unité). [on avait une croissance abondante sur l'agar], on se trouve dans l'obligation de dépasser cette dose. On verse alors 5 ml de K1415 10%. correspondant à la concentration [91 ml/l] ainsi que 100 mg de milieu nutritif.

le jour J6 : Prélèvement inutile.

test témoin 1. (T11.)

on verse dans 95 l de l'eau du oved (fraîche) 95 ml de K1415 10%, on agite, et le lendemain on ensemence 2 boîtes avec cette eau pour prouver l'effet bactéricide à cette dose. [0,1 ml / l].

- Jour 9 [J9]

après 9 jours on prélève des échantillons (1 ml) et on ensemence 2 nouvelles boîtes: prélèvement 9. [P9].

Après prélèvement on ajoute une dose de 20 ml de K1415 10% [C = 0,4 ml / l] ainsi que 200 mg de milieu nutritif.

- Jour 12 [J12]

on prélève des échantillons (= 1 ml) et on ensemence 2 boîtes:

Prélèvement 12 [P12] et on ajoute une dose de 50 ml de K1415 10% (C = 1 ml / l = 10 fois la dose nominale), ainsi que 500 mg de milieu nutritif.

- Jour 15 [J15]

On prélève des échantillons et on ensemence 2 boîtes :
Prélèvement 15 [P15].

Afin de vérifier la présence ou non du toxique dans l'eau, on a procédé à un test de diffusion :

du milieu des boîtes de Petry, avec le même support gelosé, on découpe stérilement (à l'aide d'un tube en verre passé par la flamme) des "puits" d'un volume d'environ 0,5 ml.

On répartit ensuite quelques gouttes de l'eau du Oued (fraîchement apportée) sur la surface de la gelose de chacune des 2 boîtes. Dans le puits, on met quelques gouttes d'eau du bac. L'incubation se fera pour l'une à la lumière et pour l'autre à l'obscurité.

L'opération prélèvement-ensemencement se fera les jours J3, J9, J12, J15 avec les doses croissantes de K1415 comme cela a été vu précédemment.

une zone sans croissance autour du puits indiquerait une absence de biodegradation du K1415 et sa diffusion dans la gelose.

test contrôle :

De même on ensemence à chaque fois et on laisse incuber 2 autres boîtes de Petry sans Puits pour démontrer la bonne croissance des bactéries et des algues dans l'eau fraîchement apportée.

tests témoins :

le test témoin T_{I1} n'ayant pas donné de résultat

[$C = 0,1 \text{ ml/l} = C_{\text{nominale}}$] on procède à un autre test,

T_{I2} : on verse dans 0,5 l de l'eau du oved (fraîche)

2 ml de K1415 10% correspondant à la concentration

[$C = 0,4 \text{ ml/l}$] , on agite et 24 h plus tard on ensemence

2 boîtes.

Test T_{II1} : on répartit environ 1 ml de l'eau du oved (fraîche) sur la surface de la gelose, et on met ensuite

dans le puits quelques gouttes de K1415 0,2 ml/l

(1 ml de K 10% dans 0,5 l d'eau distillée). Ce test

n'ayant pas donné de résultat après incubation (il y'a eu

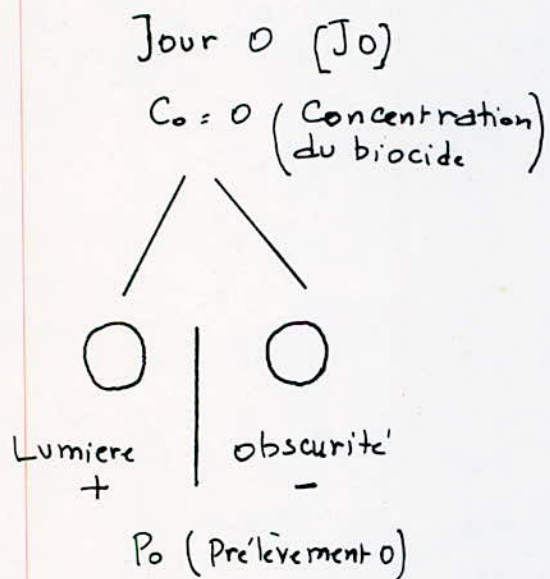
croissance normale des bactéries) on procède à un

autre avec une dose plus forte (T_{II2}) :

Test T_{II2} . on agit comme pour le test (T_{II1}) mais en versant dans le puits des gouttes de K 1415 1% de façon à avoir une concentration de 10 ml/l (100 fois la concentration nominale).

- N.B. les tests T_{II1} et T_{II2} sont des tests de diffusion.

expérience schématisée.



le jour 0 (ainsi que pour les jours i) on ajoute une certaine quantité de K 1415 ainsi que du milieu nutritif sec dissous dans 3 ÷ 4 ml d'eau distillée (avec chauffage).

J_0 : + 0,5 ml de K 10%.

donc concentration atteinte dans le bac = 0,01 ml/l

+ 50 ÷ 60 mg de milieu nutritif.

Notation :

J_i : Jour i $i = (0, 3, 6, 9, 12, 15)$

P_i : Prelevement-ensemencement le jour i .

$+$: incubation à la lumière.

$-$: incubation à l'obscurité.

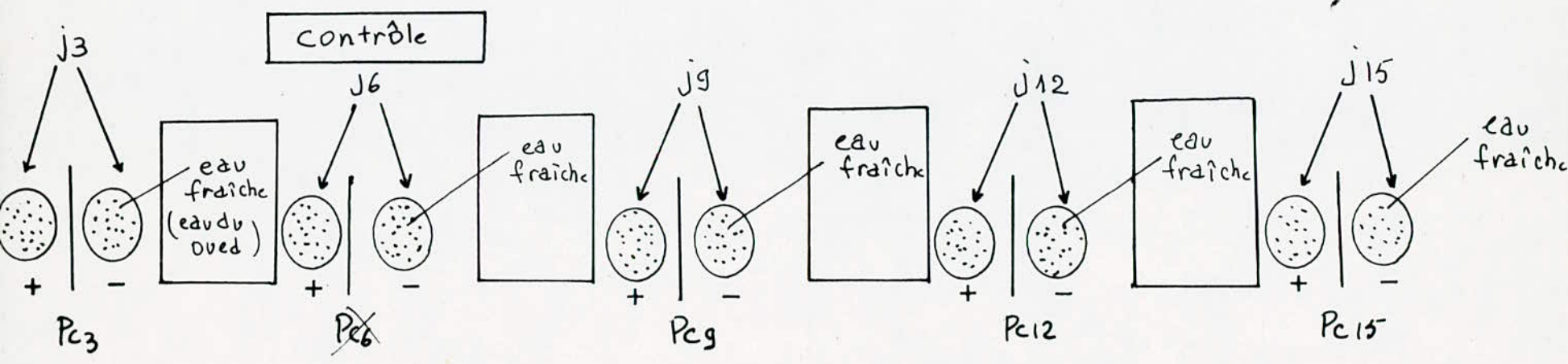
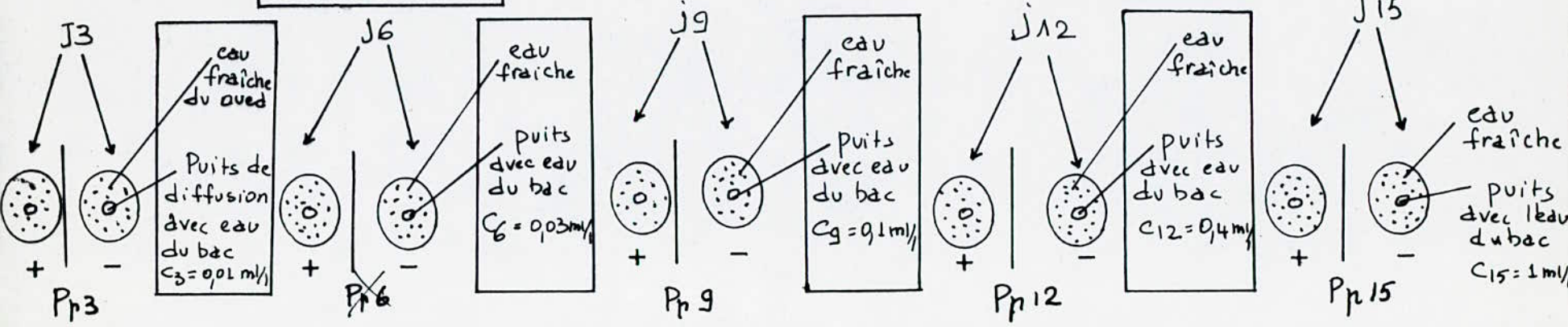
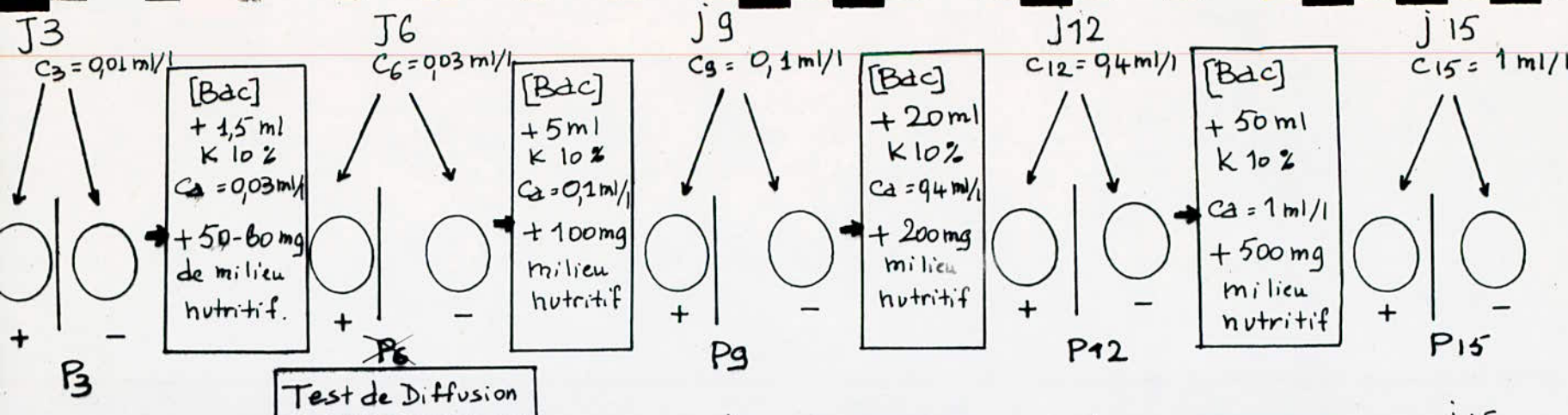
C_a : Concentration atteinte dans le bas
après avoir ajouté le volume V de K_{1415}

C_i : Concentration de bio-cide ensemencé
dans les boîtes le jour i .

P_{pi} : Prelevement-ensemencement le jour i
pour le test de diffusion.

P_{ci} : Prelevement-ensemencement le jour i
pour le contrôle.

$P_{x/6}$: Prelevement non effectué pour les raisons
mentionnées précédemment (voir jour 6)



IV.5.3 RESULTATS et OBSERVATIONS :

Jour	Prelevement	observation après incubation	Concentration du biocide
J ₀	P ₀ $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	croissance normale des souches	C ₀ = 0
	P _{r0}	—	—
	P _{c0}	—	—
J ₃	P ₃ $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	croissance normale des souches	C ₃ = 0,01 ml/l
	P _{r3} $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	"	Concentration dans le puits de diffusion C ₃ = 0,01 ml/l
	P _{c3} $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	"	0
J ₆	P ₆ $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	il n'y a pas eu de prélèvement le jour J ₆ car les test T ₁₁ et T ₁₂ nous ont démontré l'inutilité de l'ensemencement d'une concentration C = 0,03 ml/l	
	P _{r6}		
	P _{c6}		
J ₉	P ₉ $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	croissance normale des souches	C ₉ = 0,1 ml/l
	P _{r9} $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	"	Concentration dans le puits de diffusion C ₉ = 0,1 ml/l
	P _{c9} $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	"	0
J ₁₂	P ₁₂ $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	croissance normale des souches	C ₁₂ = 0,4 ml/l
	P _{r12} $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	"	Concentration dans le puits de diffusion C ₁₂ = 0,4 ml/l
	P _{c12} $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	"	0
J ₁₅	P ₁₅ $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	croissance normale des souches	C ₁₅ = 1 ml/l
	P _{r15} $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	croissance affaiblie autour du puits (zone de non croissance) : couronne de 2mm de largeur	concentration dans le puits de diffusion C ₁₅ = 1 ml/l
	P _{c15} $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	croissance normale des souches	0

Test	concentration	concentration dans le puits de diffusion	observations
T ₁₁ $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	0,1 ml/l	—	croissance normale des souches
T ₁₂ $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	0,4 ml/l	—	"
T ₁₁ $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	—	0,2 ml/l	"
T ₁₂ $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$	—	10 ml/l	zone de non croissance autour du puits.

- le tableau precedent ne confirme l'effet germicide du bactericide - Algicide K 1415 que pour une concentration de 1 ml/l (10 fois la dose nominale) et ce, dans le test de diffusion (Couronne de non croissance de 2 mm de largeur), alors que la même concentration dans le bac n'influe en rien sur la croissance des

bacteries. [Voir dans le tableau precedent]
[J₁₅ : P₁₅ et P₁₅]

- pour le test temoin TII2 (c = 10 ml/l = 100 fois la dose nominale) on a également une couronne de non-croissance de 1,5 cm (environ) de largeur .

Par contre une concentration de 0,2 ml/l (TII1) n'a pas de zone de non-croissance .

- on note une absence totale de croissance d'algues vertes et bleues-vertes .

Conclusion du test.

la bonne croissance des microorganismes - provenant du bac, après un contact prolongé, 15 jours, [Prélèvement P₁₅] avec le biocide et

N'ayant pas été affectés, même par une concentration énorme de celui-ci ($C = 1 \text{ ml/l} = 10$ fois la dose nominale) - prouve l'existence du phénomène d'accoutumance à ce toxique.

Cette accoutumance peut s'expliquer soit par :

- une croissance normale de microorganismes non sensibles au biocide (selection de souches résistantes)
- une biodegradation du biocide.

Tenant compte de la possibilité de biodegradation limitée à des concentrations minimales.

on devrait opter pour la première hypothèse car on a remarqué l'existence d'une relation concentration - Effet germicide (test de diffusion) :

TII1 : croissance normale des souches pour $C = 92 \text{ ml/l}$

P₁₅ : couronne de 2 mm de largeur ($C = 1 \text{ ml/l}$)

P : couronne de 1,5 cm de largeur ($C = 10 \text{ ml/l}$)

L'existence de la couronne dans P_p 15 s'explique par l'efficacité de "l'effet choc" : les microorganismes présents dans l'eau fraîchement apportée n'ont pas eu l'occasion de s'accoutumer au toxique.

les résultats d'étude toxicologique sont affectés, par la composition de l'eau utilisée pour la dilution. L'action toxique se manifeste plus fortement dans une eau douce que dans une eau dure ; les sels de ce dernier atténuent d'ordinaire l'action des substances toxiques, Parfois à un degré surprenant.

l'absence de croissance des algues peut s'expliquer, d'une part par une erreur dans la composition du milieu nutritif, Probablement par une concentration trop élevée d'un ou plusieurs métaux lourds. Pourtant la même composition du milieu n'a pas empêché une bonne croissance des bactéries qui s'avèrent moins sensibles à des concentrations inhibitrices. D'autre

part, on ne peut pas exclure non plus, la présence de métaux toxiques aux algues dans l'eau de l'oved.

le K 1415 est destiné principalement à lutter contre les algues dont la prolifération diminue le rendement des tours de refroidissement, provoque des bouchages de crepines. Cette prolifération constitue également un support favorable au développement de certaines bactéries responsables de la perforation rapide des conduites (bactéries sulfato-réductrices et ferrugineuses). Cette spécificité de l'action bactericide expliquerait l'absence d'effet à certaines concentrations sur la quasi-totalité des bactéries de l'oved.

Cependant, l'absence d'inhibition de la croissance bactérienne ne devrait surtout pas nous inciter à tirer des conclusions hâtives telles que la biodégradabilité du composé. Il est très possible que la substance existe toujours au sein de la culture.

Pour prouver la biodegradation du produit utilisé on devrait

Operer soit :

- chimiquement : on dose le biocide avant et après.
- ou microbiologiquement : on opère sur des souches

selectionnées bactériennes ou algales.

CHAPITRE V.

RESULTATS EXPERIMENTAUX
ET INTERPRÉTATION.

V RESULTATS EXPERIMENTAUX ET INTERPRETATION :

V1 CRITÈRES ANALYTIQUES : ④ ⑬ ⑤

les eaux usées, tant industrielles que domestiques sont caractérisées par un certain nombre de paramètres, parmi lesquels :

- couleur [Propriété organo-leptique].
 - Matières décaatables
 - MES.
 - PH
 - conductivité électrique.
 - Température.
 - l'alcalinité
 - la dureté
 - la DBO
 - la DCO.
- examens préliminaires.
- mesures physico-chimiques.
- Paramètres de dureté et d'alcalinité.
- Paramètres de pollution organique.

La couleur : liée au déversement de composés chimiques solubles présentant une coloration marquée.

MES : (Matières en Suspension). théoriquement ce sont les matières qui ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdal. En fait les limites séparant les 3 états sont indistinctes et seule la normalisation de la méthode d'analyse permet de faire une distinction précise mais conventionnelle.

les matières en suspension comportent des matières organiques

et des matières minérales. toutes les matières en suspension ne sont pas décantables, en particulier les colloïdes retenus par filtration.

la portée de la mesure de la MES se trouve limitée, le prélèvement opère déjà une sélection : la mesure donnera systématiquement un résultat par défaut.

les matières décantables et non décantables :

les matières décantables représentent la fraction des matières en suspension qui sédimentent pendant un temps donné (généralement 2 heures). L'essai de décantation est réalisé dans un cône Imhoff ou dans les éprouvettes cylindroconiques du docteur Coïn.

Paramètres physico-chimiques.

pH : le pH est la mesure de l'activité des ions H^+ contenus dans une eau : $pH = -\log[H^+]$.

le pH nous renseigne sur l'alcalinité ou l'acidité de l'effluent.

la gamme de pH pour les microorganismes est :

- 5 - 9 en milieu aérobie.

- 6 - 8 en milieu anaérobie.

Température : de nombreuses industries utilisent l'eau comme fluide de refroidissement en "circuit ouvert" et déversent ainsi dans le milieu récepteur des quantités importantes de chaleur. Et cela risque d'avoir des repercussions nefastes sur l'activité biologique. car les

Variations importantes de température affectent tous les processus biologiques où la température optimale pour l'activité se situe entre 25° et 30°. La température a également une influence certaine sur la solubilité de l'oxygène.

Conductivité: lesversements d'eaux usées se traduisent généralement par une élévation de la conductivité. La mesure de la conductivité d'une solution donne de nombreux renseignements sur cette solution. En effet, la valeur de la conductivité est influencée par la force de l'électrolyte, la nature des ions libérés et leur concentration dans la solution.

Paramètres de dureté et d'alcalinité:

titre hydrotimétrique (TH): le titre hydrotimétrique indique la teneur globale de l'eau en sels de calcium et de magnésium qui rendent l'eau "dure".

Différents titres hydrotimétriques: le titre hydrotimétrique donne la quantité de bicarbonates, sulfates, chlorures etc... des sels alcalino-terreux présents dans l'eau.

On distingue:

- A - TH total : indique globalement la teneur des sels de Ca et de Mg.
- B - TH calcique : indique globalement la teneur en sels de Ca.
- C - Dureté carbonatée : indique la teneur en hydrogencarbonates et carbonates de calcium et de magnésium. Elle est égale

de culture et l'expérience elle-même.

IV 5.1 milieu de culture : (6) (18)

il s'agit d'un milieu "mixte" c'est-à-dire comportant les nutriments nécessaires à la croissance des bactéries et des algues.

- milieu pour bactéries: (18)

C'est un milieu standard pour toutes les bactéries appelé gélose standard pour dénombrement (PCA).

Composition en (g/l)

- Hydrolysat de caseïne	5 g.
- extrait de levure	2,5 g.
- glucose	1 g.
- Agar	9 g.

- Et aussi des sels, pour permettre la croissance des algues bleues-vertes, vivant dans le même milieu que les bactéries. (6)

Composition

- KH_2PO_4	25 mg.
- K_2HPO_4	25 mg.
- $F_2(NH_4)_2(SO_4)_2$ (remplacé par $FeSO_4$)	10 mg.

du TAC, si le TH est supérieur au TAC, ou du TH si le TAC est supérieur au TH.

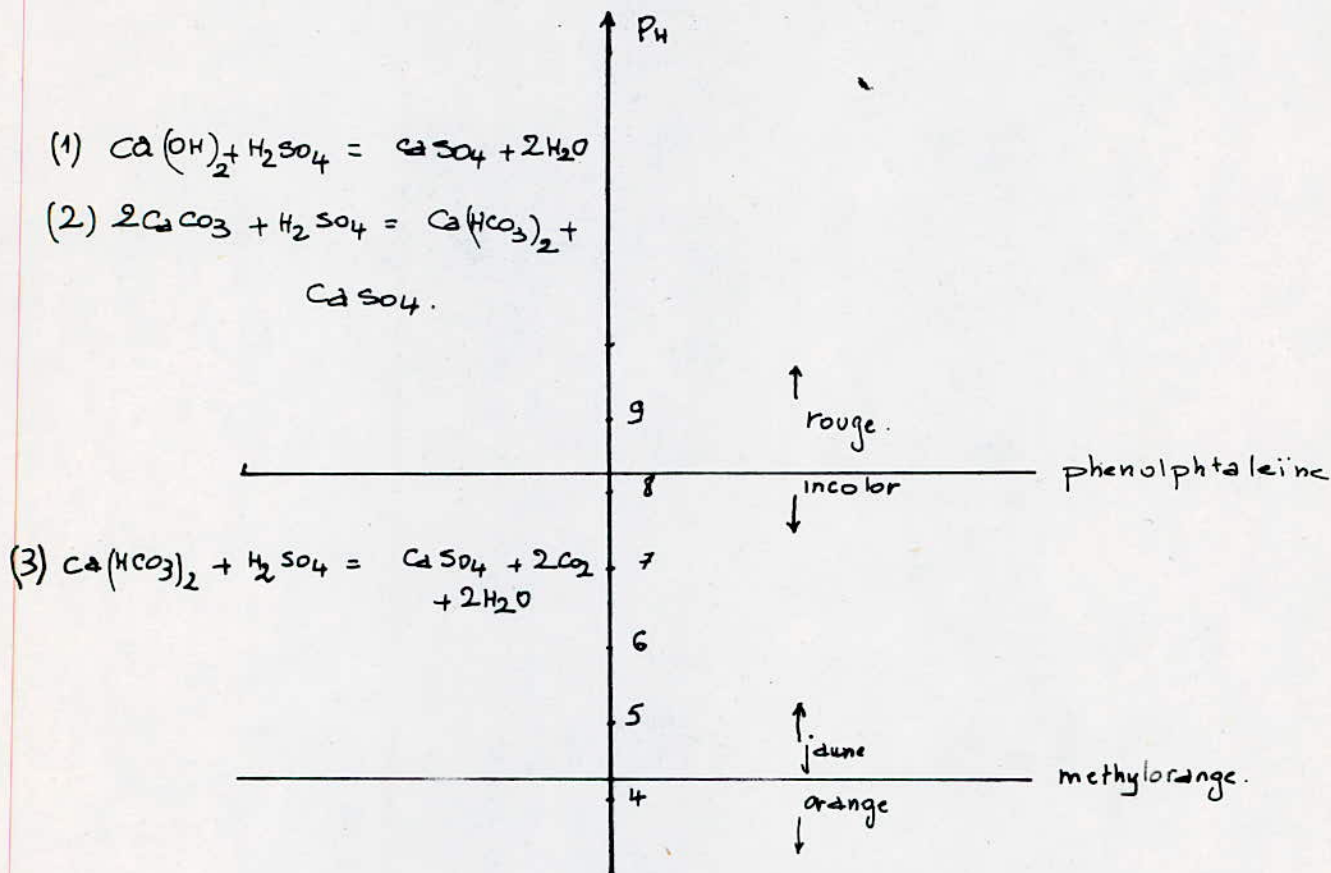
D. Dureté non carbonatée : indique la teneur en sulfate et chlorure de calcium et magnésium. Elle est égale à la différence $A - C$.

TITRES ALCALIMÉTRIQUES TA et TAC :

les valeurs relatives du TA et du TAC permettent de connaître les doses d'hydroxydes, de carbonates ou d'hydrogène-carbonates alcalins ou alcalino-terreux contenus dans l'eau.

L'alcalinité se mesure à l'aide d'une solution titrée en présence soit de Phénolphtaléine (TA ou Pwert), soit de méthylorange ou hélianthine (TAC ou mwert). Le virage du rouge à l'incolore de la phénolphtaléine se produit dès que le pH est égal à 8,3 : les réactions (1) et (2) (voir ci-après) sont complètes et la réaction (3) commence à ce pH avec apparition de CO_2 dans la solution. Le TA permet donc de déterminer en bloc la dose d'hydroxydes et seulement la moitié de la dose de carbonates.

Le virage du jaune à l'orange du méthylorange se produit au pH de 4,3 dès qu'il y a une trace d'acide fort libre, et lorsque la réaction (3) est complète. Le TAC assure donc la détermination de la teneur en hydrogène-carbonates.



Des valeurs respectives du TA et du TAC, On peut déduire la répartition des 3 grandes catégories de corps qui constituent l'alcalinité de l'eau : Hydroxydes, carbonates et les hydrogencarbonates.

PARAMÈTRES DE POLLUTION ORGANIQUE :

-DBO (Demande Biochimique en oxygène) :

Définit la teneur en matières organiques dégradables. En général on parle de DBO_5 , qui exprime la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation des matières organiques pendant une période de 5 jours. Elle est mesurable par la méthode de Winckler ou à l'aide d'un DBO-mètre et s'exprime en mg/l .

-DCO (Demande chimique en oxygène) :

La DCO est une mesure de toutes les matières organiques contenues dans les eaux (usées ou naturelles), indépendamment du fait qu'elles soient ou non biodégradables.

Le principe consiste à mesurer l'oxygène emprunté à un oxydant pour porter les composants de l'effluent à leur valence "normale". Lors de l'oxydation le problème sera d'utiliser un oxydant assez énergétique pour rompre certaines structures carbonées très résistantes et qui cependant ne fasse pas dépasser aux halogènes le stade halogénure.

L'oxydant choisi pour déterminer la DCO est le Dichromate de Potassium $K_2Cr_2O_7$.

La DCO s'exprime également en mg/l .

Remarque : quand une eau ne contient que de la matière biodégradable, la DCO peut être assimilée à la DBO.

2 Dosages particuliers : ④

2.1 DOSAGE DES PHOSPHATES :

il est relativement difficile de doser séparément chaque variété de phosphates :

- Les ions orthophosphates peuvent être dosés avec précision par colorimétrie. Ils réagissent avec le molybdate d'Ammonium pour donner l'acide molybdophosphorique. Cet acide donne lieu à diverses réactions colorées : En présence de vanadium par exemple on obtient une coloration jaune ($\lambda = 470 \text{ nm}$) due à l'acide vanadomolybdophosphorique, ou encore, par réduction (au chlorure stanneux ou à l'acide ascorbique) on obtient du bleu de molybdène, qui absorbe fortement dans le proche IR ($\lambda = 880 \text{ nm}$)

Pour doser les phosphates condensés ou organiques, il faut donc, au préalable, les convertir en orthophosphates :

- Pour certains d'entre eux, cette réaction se fait facilement par simple hydrolyse en milieu acide ; ce sont les phosphates qualifiés d'hydrolysables, qui comprennent par exemple, les pyro-, les poly- et les méta phosphates usuels.

- Par contre, dans ces conditions assez douces d'hydrolyse, la plupart des phosphates organiques ne sont pas libérés.

Pour les doser, il faut oxyder l'échantillon par une digestion énergique (minéralisation), sous l'action de l'acide perchlorique, du mélange sulfonitrique ou du persulfate d'ammonium.

finalément il est plus rigoureux de classer les phosphates selon la méthode de dosage à laquelle ils répondent :

- Par mesure colorimétrique directe on détermine les orthophosphates
- après hydrolyse acide et mesure colorimétrique, on détermine la somme des phosphates hydrolysables et des orthophosphates initialement présents.
- Après Digestion préliminaire, et mesure colorimétrique, on détermine les phosphates totaux.

-hydrolyse : on réalise l'hydrolyse en portant à ébullition, pendant au moins une heure et demie, 100 ml d'échantillon auquel a été ajouté, 1 ml d'acide fort ($H_2SO_4 \approx 10N$). Au cours du chauffage, on ajoute de l'eau distillée pour compenser l'évaporation et maintenir le volume total entre 25 et 50 ml. Après refroidissement et neutralisation par NaOH, on procède au dosage colorimétrique.

-Digestion : La digestion au persulfate est la méthode la plus rapide et la plus simple, mais aussi la moins énergique. A 50 ml d'échantillon on ajoute 1 ml de $H_2SO_4 (\approx 10N)$ et 0,4 g de persulfate d'ammonium à l'état solide. Après 30 ou 40 mn d'ébullition, l'échantillon est refroidi, neutralisé et le volume est ajusté à 50 ml. le dosage est alors effectué par colorimétrie.

N.B :

le dosage des phosphates présents dans les eaux résiduaires de l'unité ENGI se fait par digestion (voir annexe).

22 DOSAGE DES HUILES ET DES GRAISSES: (13)

les huiles et les graisses ayant tendance à être réparties en surface, il est indispensable de prélever des échantillons représentatifs dans des récipients soigneusement dégraissés et incomplètement remplis. Etant donné les altérations d'origine microbienne, il est recommandé de pratiquer le dosage rapidement; une acidification par quelques ml d'HCl facilite la conservation.

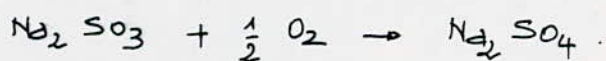
Le principe du dosage est:

les graisses sont extraites de l'échantillon, acidifié à $\text{pH} \approx 5$, par du trichlorethylène et dosées gravitairement à près évaporation du solvant. (voir annexe).

23 DOSAGE DES SULFITES: (13) (5)

Le sulfite de sodium, Na_2SO_3 , est assez fréquemment utilisé dans l'industrie comme anti-oxygène pour la prévention de la corrosion, particulièrement les eaux de refroidissement et de chaudières.

les prélèvements doivent être analysés aussi rapidement que possible en évitant la filtration et l'exposition à l'air. Car en présence de l'oxygène, il agit suivant la réaction:



Le prélèvement doit donc se faire à l'aide d'un récipient équipé d'un bouchon à 2 trous munis de 2 tubes de verre montés de telle sorte que l'air ne puisse pénétrer.

les sulfites sont alors oxydés en présence d'iode et en milieu

acide. l'excès d'iode est titré par le thiosulfate de sodium.

[voir annexe]

274 DOSAGE DU PERMANGANATE DE POTASSIUM

Méthode : Manganimétrie :

La méthode de manganimétrie est basée sur les réactions d'oxydation par l'ion permanganate. l'oxydation peut être faite aussi bien en milieu acide qu'en milieu alcalin. (ou bien en milieu neutre).

Lors de l'oxydation en milieu acide, le manganèse (VII) qui entre dans la composition de $KMnO_4$, utilisé pour l'oxydation, est réduit à l'état de cations Mn^{2+} , il se forme alors un sel de manganèse (II) et de l'acide employé. Par exemple si l'on a pris à titre de réducteur $FeSO_4$ et si l'on procède à son oxydation en milieu d'acide sulfurique, la réaction se produira d'après l'équation.



ou sous la forme ionique :



La diminution de valence du manganèse de 5 unités indique que la molécule de $KMnO_4$ reçoit 5 électrons. On le voit également d'après l'équation suivante :



A partir de ce qui vient d'être dit, on déduit que l'équivalent-gramme de $KMnO_4$ est ici égal à :

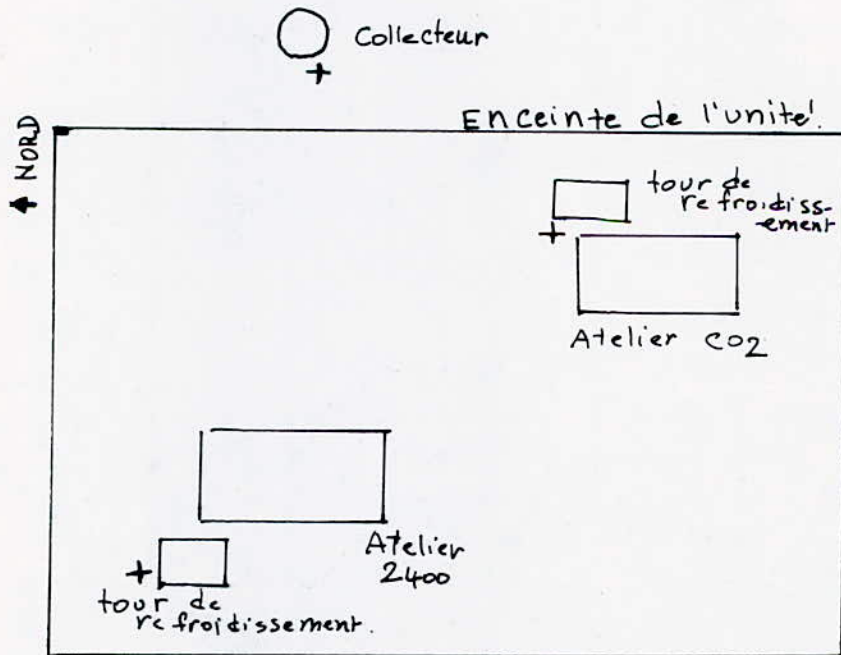
$$E = \frac{158,03}{5} = 31,61 \text{ g.}$$

V3 RESULTATS :

L'analyse des éléments contenus dans l'effluent rejeté, ainsi que les paramètres caractérisant les eaux résiduaires ont été déterminés en 3 points différents :

- au niveau de l'atelier 2400
- au niveau de l'atelier CO₂
- au niveau du collecteur.

les prélèvements ont été faits aux endroits indiqués par une croix sur le schéma suivant :



Atelier 2400.

Debit de rejet $5 \text{ m}^3/\text{h}$.

Tableau n°1 : mesures de quelques paramètres caractérisant le rejet de cet atelier.

Jours Paramètres	11.05.86	12.05.86	13.05.86	14.05.86	17.05.86	18.05.86	19.05.86
PH	8,0	7,9	7,9	7,9	8,0	8,0	8,1
TH (°F)	119	100	101	94	98	100	98
TA (°F)	10	4	5	3,8	4,2	3,5	4,2
TAC (°F)	42	-	30	25	27	-	28
Concentration en orthophosphates mg/l P_{205}	0,5	0,5	# 0	0,5	0,5	0,5	0,5
Concentration en phosphonates mg/l P_{205}	1	4	3,5	4,0	3,25	2,5	2,5
Concentration en phosphore total mg/l P_{205}	1,5	4,5	3,5	4,5	3,75	3,0	3,0

N.B. $1 \text{ mg/l P}_{204} = 0,326 \text{ mg/l P} = 0,747 \text{ mg/l P}_{205}$

1°F (degré Français) = 10 mg/l CaCO_3 .

Atelier CO₂ :

Débit de rejet 5 m³/h.

Mesures de quelques paramètres caractérisent le rejet de cet atelier.

Tableau n° 2.

Jours / Paramètres	11.05.86	12.05.86	13.05.86	14.05.86	17.05.86	18.05.86	19.05.86
PH	7,0	7,1	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
TH (°F)	125	96	102	107	99	87	109
TA (°F)	0	0	0	0	0	0	0
TAC (°F)	32	29	26	31	30	33	27
Concentration en orthophosphates mg/l P ₂ O ₅	# 0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Concentration en phosphonates mg/l P ₂ O ₅	1,5	0,5 ± 1	0,5 ± 1	1 ± 1,5	1 ± 1,5	0,5 ± 1	0,5 ± 1
Concentration en phosphore total mg/l P ₂ O ₅	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0

Analyse des purges:

Le tableau suivant concerne les éléments rejetés périodiquement sous forme de purges. il s'agit du permanganate de Potassium et du sulfite de sodium.

tableau 3 :

elements Parametres rejetés	Permanganate de potassium	sulfite de sodium
volume de rejet	900 l / quinzaine	900 l / semaine
PH	7, 2	8, 8
conductivité (mA/cm)	1, 91	26, 6
concentration (mg/l)	800	26, 78

d'autre part l'analyse de l'eau d'appoint a donné les résultats :

tableau 4

PH	conductivité (mA/cm)	TA (°F)	TAC (°F)	TH (°F)
7, 6	2, 51	0	35	65

Collecteur :

debit de rejet 10 m³/h.

L'analyse des eaux résiduaires au niveau du collecteur a donné les résultats suivants :

Jours de prélevement Paramètres	3.05.86	20.05.86	21.05.86.
T [°C]	24	23	19
pH	7,4	7,3	7,4
conductivité [ms/cm]	2,514	/	2,59
TH (°F)	120	110	115
TA (°F)	0	0	0
TAC (°F)	40	38	/
MES (mg/l)	122	77	97
Matières decantables (ml/l)	2,1	2	1,2
orthophosphates (mg/l P ₂ O ₅)	0,5	1	0,5
phosphonates (mg/l P ₂ O ₅)	3,0	2,5	3,5
phosphore total (mg/l P ₂ O ₅)	3,5	3,5	4,0
Huiles (mg/l)	17,98	15	12,71

MESURE DE LA DBO ET LA DCO :

les eaux résiduaires de l'ENGI présentent une pollution organique estimée à :

DBO : 45 mg/l.

DCO : 48 mg/l

V4 traitement des ?

problème des purges :

En raison de la nocivité engendrée par le sulfite de sodium, notamment en raison de son affinité pour l'oxygène dissous, il serait indiqué de l'oxyder par l'élément contenu dans l'autre purge et qui est connu pour son rôle essentiellement oxydant : le permanganate de potassium.

Le tableau 3 indique les concentrations des 2 éléments et les volumes de rejet :

$$\text{KMnO}_4 \quad c = 800 \text{ mg/l}$$

$$v = 900 \text{ l/quinzaine.}$$

$$\text{sulfite de sodium : } c = 26,78 \text{ mg/l}$$

$$v = 900 \text{ l/semaine} = 1800 \text{ l/quinzaine}$$

Les masses respectives de ces 2 composés par quinzaine

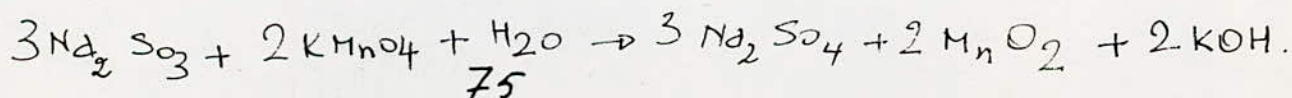
valent :

$$\begin{aligned} \text{KMnO}_4 &: m = 800 \text{ mg/l} \times 900 \text{ l} \\ &= 720.000 \text{ mg} = 720 \text{ g} = 0,72 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Na}_2\text{SO}_3 &: m = 26,78 \text{ mg/l} \times 1800 \text{ l} \\ &= 48.204 \text{ mg} = 48,204 \text{ g} = 0,048 \text{ kg} \end{aligned}$$

D'autre part la réaction d'oxydation du sulfite de sodium par le permanganate de potassium en milieu basique met en jeu 3 moles de sulfites et 2 moles de KMnO_4 .

Reaction :

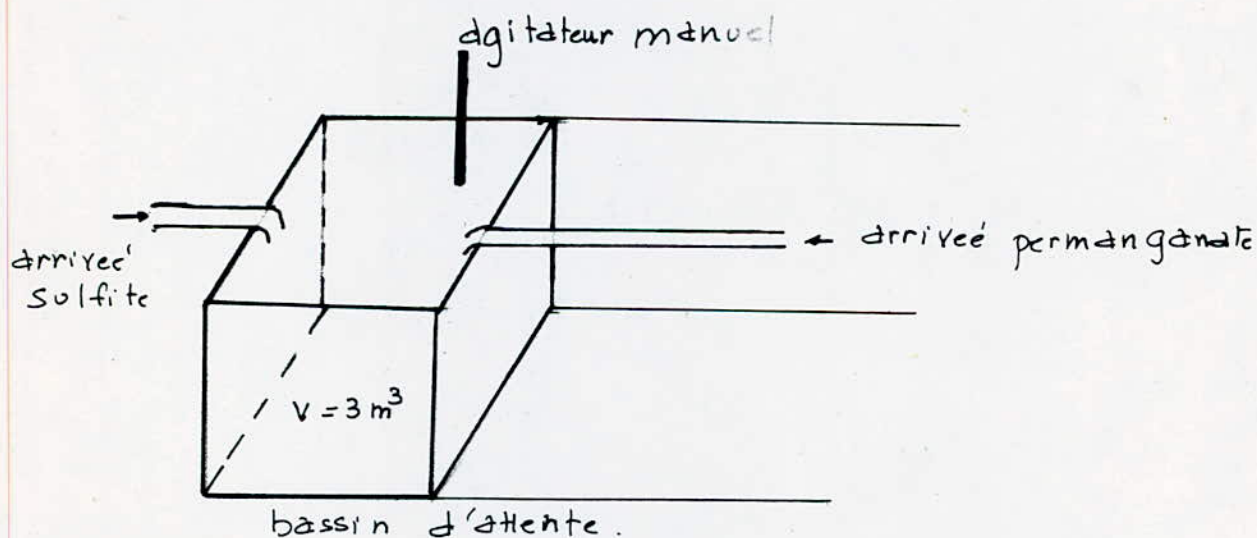


Soit 378 g de sulfite et 316 g de KMnO_4 .

On remarque dans les valeurs trouvées en ① que la masse de KMnO_4 est largement suffisante pour oxyder le sulfite de sodium. La masse de KMnO_4 qui n'aura pas servi n'apportera pas de nuisances à l'environnement.

Dimensionnement du bassin d'attente :

Le bassin d'attente doit être susceptible de contenir le volume des 2 purges. Soit par quinzaine, 900 l de KMnO_4 et 1800 l de sulfite. Un surdimensionnement de 3000 l du bassin ne serait pas coûteux :



L'agitation se fera au moment de la présence simultanée des 2 composés chimiques.

5 Interprétation des résultats : (13)

La température :

la température de l'effluent est en général inférieure à 25°C .

Et cela n'est pas susceptible de nuire à l'écosystème.

La réglementation concernant la température est très diversifiée à travers le monde. Les normes françaises veulent que tout rejet dans le milieu dont la température est égale ou supérieure à 30°C est soumis à autorisation. Si la température de l'effluent rejeté est comprise entre 25 et 30°C , une autorisation est également nécessaire pour un débit $>$ à 10 l/s. Notre effluent est caractérisé quant à lui par un débit $10 \text{ m}^3/\text{h} = 2,78 \text{ l/s}$.

Le PH :

Sa valeur approximative de $7,4$ répond parfaitement aux normes internationales, qui indiquent que l'eau potable doit avoir un PH compris entre 7 et $8,5$. En outre pour la plupart des espèces aquatiques, la zone de PH favorable se situe entre 6 et $7,2$. Pour les poissons, la valeur se situe entre 5 et 9 .

Conductivité électrique :

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement la minéralisation de l'eau. Selon les normes françaises une conductivité $>$ $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ indique une minéralisation excessive. Ce qui est le cas pour notre effluent qui est caractérisé par une conductivité d'environ $2,5 \text{ mS}/\text{cm} = 2500 \mu\text{S}/\text{cm}$. Il faut

souligner, par ailleurs, que l'eau d'appoint elle-même est très minéralisée. (2500 $\mu\text{s/cm}$ environ).

Donc l'unité contribue de manière négligeable à la minéralisation des eaux rejetées.

Degré hydrotimétrique TH:

Les eaux potables de bonne qualité ont un degré hydrotimétrique inférieur à 15° . Elles sont acceptables jusqu'à 50° . Mais si elles dépassent 60° leur utilisation est extrêmement difficile et leur adoucissement devrait être envisagé. Le TH de notre rejet dépasse largement cette limite. Il s'agit d'une eau très dure. Les eaux rejetées sont environ 2 fois plus concentrées par rapport à l'eau d'appoint (effet d'évaporation).

Matières en suspension: (MES)

La valeur assez grande pour l'effluent de cette unité est due à l'existence, au niveau du collecteur, de résidus de graisse avec des noyaux solides (grains de poussières...)

matières décantables:

L'existence de ces matières est également due aux résidus de graisse du niveau du collecteur. Et ces particules décantent sous l'effet du poids de la particule de graisse et du poids de la particule solide (les graisses toutes seules flotteraient).

Composés phosphorés:

Habituellement la teneur en phosphates des eaux naturelles ne dépasse pas $1 \text{ mg/l } \text{P}_2\text{O}_5$.

L'effluent de notre unité en contient plus par rapport à cette norme "naturelle" : 3,5 mg/l P_{205} en moyenne.

Cependant la partie assimilable par les plantes, les orthophosphates et responsable du phénomène d'eutrophisation, a une concentration de 0,5 mg/l P_{205} (environ) seulement, d'où l'inutilité de prévoir un traitement.

Les huiles et les graisses :

Des teneurs supérieures à 500 mg/l dans les eaux résiduaires sont susceptibles de provoquer des dégâts dans les stations de traitement.

Notre concentration en huiles est nettement inférieure à ce chiffre.

DBO

Bien qu'il n'existe pas de norme pour les eaux potables, il est bien évident que celles-ci ne doivent pas avoir une DBO significative. Les eaux de surface destinées à la consommation ne devraient pas avoir une DBO supérieure à 4 mg/l, sauf si l'on applique des traitements particuliers. Par contre en zone polluée, elles doivent avoir une DBO de plusieurs mg/l, ce qui, dans des limites raisonnables, peut être plutôt favorable à la vie aquatique. Cependant, en milieu pollué de faibles valeurs de la DBO peuvent être liées à la présence d'éléments toxiques inhibiteurs.

DCO :

les différences des résultats obtenus par la DCO et la DBO

constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables.

Dans notre cas cette différence est peu importante donc les matières présentes sont soit biodégradables soit aussi oxydables avec l'oxygène atmosphérique.

CONCLUSION :

il est clair, en fonction de tous les paramètres mesurés et commentés précédemment, que l'unité ENGI n'est pas une unité particulièrement polluante. Cependant, les effets s'ajoutant, il serait peu prudent de négliger la part prise, aussi minime soit-elle par cette unité industrielle dans la mise en peril de l'écosystème en question (oued et lac de Reghaïa). Car la lutte contre la pollution doit être sans merci, sans concession.

Il serait souhaitable de faire subir d'autres tests du Kemazur 1415 afin de voir ses effets sur la faune, notamment, de l'écosystème. Les cobayes utilisés seraient la célèbre Daphnia et/ou des poissons caractéristiques du lac en question.

Bibliographie :

- 1 V. ALEXEEX Analyse quantitative Edition MIR
Moscou 1980
- 2 ASSOCIATION Techniques et sciences
GENERALE DES Municipales
HYGIENISTES ET
TECHNICIENS . 6. 85.
- 3 J.P. BEAUDRY Traitement des eaux Le Griffon d'argile
Inc. 1984
- 4 J.P. BECHAC . P. BOUTIN Traitement des eaux EYROLLES
B. MERCIER . P. NUER Usees 1984
- 5 DEGREMONT MEMENTO TECHNIQUE de DEGREMONT
L'EAU.
- 6 G. DREWS Mikrobiologisches Praxishandbuch SPRINGER
Für Naturwissenschaftler BERLIN 1968.
- 7 A. DESSART chimie 2. chimie Minerale A de BOECK
et Notions de chimie Nucleaire 1979.
- 8 W.W. ECKENFELDER Gestion des eaux usees Techniques et
urbaines et industrielles documentation
Lavoisier 1982.
- 9 A. GAÏD Epuration biologique des eaux OPU 1984
urbaines Tome II

10. C GOMELLA et H. EQUEERREÉ Le traitement des eaux publiques industrielles et privées EYROLLES 1978
- 11 MEINCK - STOFF. KOHLSCHÜTER les eaux résiduaires industrielles MASSON 2^e édition 1977
- 12 P. PESSON Pollution des eaux continentales incidence sur les biocénoses aquatiques GAUTHIER-VILLARS 1980
- 13 J. RODIER L'analyse de l'eau DUHOD TECHNIQUE 1978
- 14 MONIQUE TARDAT-HENRI chimie des eaux Le Griffon d'Angile Inc. 1984
- 15 BIBLIOTHÈQUE DE BOTANIQUE DE Biodegradation des pesticides Centre de recherche sur les zones arides.
- 16 A. KETIAB le traitement des eaux Tome 1. les eaux potables Cours photocopiés ENPA 1986.
- 17 Documentation ENGI
- 18 J. GUIRAUD P. GALZY. L'analyse Microbiologique. dans les industries alimentaires les éditions de l'USINE NOUVELLE (Collection Génie Alimentaire) 1980

Annexes.

Annexe n° 1

Détermination de l'alcalinité.

TA et TAC. (13)

Principe :

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.

Reactifs :

- Acide chlorhydrique ou sulfurique N/50
- solution de phénolphtaléine dans l'alcool à 0,5 %.
- solution de méthylorange à 0,5 %.
- eau distillée.

Mode opératoire :

détermination du TA :

On prélève 100 ml d'eau à analyser dans une capsule de porcelaine blanche de 12 cm de diamètre environ. On ajoute 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénolphtaléine. Une coloration rose doit apparaître. Dans le cas contraire le TA est nul, ce qui se produit en général pour des eaux naturelles dont le pH est inférieur à 8,3. On verse ensuite doucement l'acide dans la capsule à l'aide d'une burette, en agitant constamment, et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution pH : 8,3

détermination du TAC :

on utilise l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement

Primitif s'il n'y a pas eu de coloration. On ajoute 2 gouttes de solutions de méthylorange et on titre de nouveau avec le même acide jusqu'au virage du 'jaune' au 'jaune orange'. (PH=4,3)
On s'assure qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage de la coloration du 'jaune orange' au 'rose orange'.

(PH = 4)

Soit V' le nombre de ml d'acide N/50 versés de puis le début du dosage. On retranche de ce volume 0,5 ml, quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur, qui est un peu plus faible que le PH de neutralisation exacte du bicarbonate.

expression des résultats :

TA

$\frac{V}{5}$ exprime le titre alcalimétrique en milliequivalents par litre [me/l]

V exprime le titre alcalimétrique en degré français

$$1^{\circ}F = 10 \text{ mg de } CaCO_3 = 0,2 \text{ me/l.}$$

TAC

$$\frac{V' - 0,5}{5} \quad \text{TAC en me/l.}$$

$$V' - 0,5 \quad \text{TAC en } ^{\circ}F$$

Annexe n° 2

Dosage des sulfites : (13)

Reactifs :

Empois d'amidon

Acide acétique glacial.

Solution d'iode 0,025N préparée par dilution au moment de l'emploi.

Solution de thiosulfate de sodium 0,025N préparée par dilution au moment de l'emploi.

Mode opératoire :

On prélève un volume v d'eau à analyser au moyen d'un récipient équipé d'un bouchon à 2 trous munis de 2 tubes de verre montés de telle sorte que l'air ne puisse pénétrer. On verse 5 ml de solution d'iode 0,025N dans un erlenmeyer et on ajoute 5 ml d'acide acétique. On introduit lentement l'échantillon à analyser tout en agitant. On verse la quantité nécessaire de solution de thiosulfate de sodium pour obtenir une coloration jaune claire. On ajoute 2 ml d'empois d'amidon, puis la quantité nécessaire de solution de thiosulfate pour virer au bleu. Soit n_1 le nombre de ml utilisés. On recommence l'opération en remplaçant l'échantillon par de l'eau distillée. Soit n_2 le nombre de ml utilisés pour ce second titrage.

Resultat : la teneur en sulfites, exprimée en mg de sulfite de sodium par litre d'eau est :

$$\frac{(n_2 - n_1) N \times 63 \times 1000}{V}$$

N : titre de la solution de thio sulfate utilisée.

V : volume de l'échantillon.

Annexe n°3

Dosage du permanganate de Potassium. (en milieu acide) ①

Le dosage du KMnO_4 en milieu acide a lieu suivant la réaction :



à 100 ml d'eau résiduaire on ajoute 10 ml H_2SO_4 dilué. (H_2SO_4 concentré qu'on dilue 4 fois) et on porte le tout à un volume de 200 ml.

on chauffe un peu la solution et la titration commence à l'aide d'une solution de Fe^{2+} de normalité connue.

Annexe n° 4

Dosage des huiles et des graisses. (13)

Principe : Les graisses sont extraites de l'échantillon acidifié à $\text{pH} = 5$ au trichlorethylène et dosés gravimétriquement après évaporation du solvant.

Reactifs :

- trichlorethylène (chimiquement pur)
- Acide chlorhydrique

Mode opératoire :

On dispose d'une ampoule à décantation de 1,5 à 2 l
on prélève un litre d'eau (échantillon qu'on acidifie par HCl jusqu'à $\text{pH} = 5$)

On ajoute 100 ml de trichlorethylène dont 25 serviront au rinçage du flacon. On fait tourner pendant 20 mn sur l'extracteur à rouleaux.

on laisse les couches se séparer, et on soutire la couche aqueuse. on fait ensuite couler la phase du trichlorethylène dans un erlen de 500 ml.

on recommence l'extraction avec la phase aqueuse avec 100 ml de solvant. on recueille la nouvelle phase solvant dans l'erlen. Et on procède à l'évaporation du solvant par distillation à l'aide de l'appareil à distiller.

Sitôt cette distillation finie, on transvase le résidu dans un petit erlen taré. on laisse refroidir pendant 30'. Et enfin on met dans la balance. et le résultat est exprimé en mg/l.

Annexe n° 5

Titre hydrotimétrique TH. (13)

Principe : Méthode par complexométrie :

Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel disodique de l'acide éthylène-Diaminetétracétique. La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par virage d'un indicateur spécifique. En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du Magnésium, la méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium.

Réactifs :

- Solution de noir d'eriochrome T dans l'alcool éthylique absolu à 0,4 %.
- Solution tampon
- solution d'EDTA N/50.

Mode opératoire :

On prélève 100 ml d'eau à analyser. On chauffe la prise d'essai à une température d'environ 60°C. On ajoute 5 ml de solution tampon (pH 9,5 - 10) et une quinzaine de gouttes d'indicateur coloré. On verse la solution d'EDTA jusqu'au virage du rouge vieux au bleu vert. On vérifie qu'une goutte d'EDTA ne produit plus de tâche bleu-vert. Soit Y le volume de solution d'EDTA versé.

expression des résultats: pour une prise d'essai de 100 ml la dureté totale, exprimée en degrés français sera égale à Y et à

$$\frac{2Y}{10} \text{ en me.}$$

Annexe n° 6

Demande chimique en oxygène DCO. (13)

Principe: la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau, quelle que soit leur origine organique ou minérale.

methode par le dichromate de potassium:

Reactifs utilisés:

- eau distillé
- sulfate d'Argent
- Solution de sulfate de fer et d'Ammonium 0,25N
- sulfate de Mercure cristallisé.
- Dichromate de Potassium (solution à 0,25N)
- Solution de Ferroïne.

Mode opératoire:

on introduit 50 ml d'eau à analyser dans un ballon de 500 ml ou éventuellement une même quantité de diluant. On ajoute 1g de sulfate d'argent. on chauffe, sous reflux, jusqu'à parfaite dilution. on ajoute 25 ml de solution de dichromate de Potassium 0,25N et 70 ml de solution sulfurique de sulfate d'argent. On porte l'ensemble à ébullition pendant 2 heures sous refroidissant à reflux adapté au ballon.

on laisse refroidir, on dilue à 350 ml avec de l'eau distillée, on ajoute quelques gouttes de solution de Ferroïne.

On détermine la quantité nécessaire de sulfate de Fer et d'Ammonium pour observer un virage au rouge violacé. On procède aux mêmes opérations sur un échantillon d'eau distillée pris comme référence.

expression des résultats:

La demande chimique en oxygène [DCO] exprimée en mg d'oxygène / litre est égale à :

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

avec

V_0 [ml] : volume de sulfate de Fer et d'Ammonium nécessaire au dosage.

V_1 [ml] : volume de sulfate de Fer et d'Ammonium nécessaire à l'essai à blanc.

V [ml] : volume de la prise d'essai.

T : Titre de la solution de sulfate de Fer et d'Ammonium.

Annexe n° 7

Demande Biochimique en oxygène DBO. (18)

Principe: La DBO exprime la quantité d'oxygène consommé dans les conditions de l'essai (après incubation pendant 5 jours, à 20°C, dans l'obscurité) par certaines matières présentes dans l'eau, principalement pour assurer leur dégradation par voie biologique.

La demande biochimique en oxygène est déterminé dans un appareil appelé 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.

expression des résultats:

La DBO₅ est exprimée en mg/l

$$DBO_5 = Hg \times F$$

Hg : Hauteur de mercure lue sur le tube gradué.

F : facteur de dilution qui correspond au volume d'échantillon analysé.

Annexe n° 8

Matières Décantables: (13)

Principe:

Un certain volume d'eau est abandonné au repos pendant 2 heures. La quantité de matière décantée est déterminée par volumétrie.

Mode opératoire:

On prélève 1 l d'échantillon (Homogène). Au bout de 45 mn on imprime au cône Imhoff 2 ou 3 mouvements brusques alternatifs autour de son axe, les matières adhérentes aux parois se détachent. On effectue une première lecture après 1 heure de sédimentation. puis une deuxième après une heure 30 mn. au bout de 1 h 45 mn de décantation, on imprime de nouveau au cône les mêmes mouvements de rotation que précédemment. On effectue une nouvelle lecture après 2 heures.

expression des résultats

les résultats s'expriment en ml de matières décantées pour 1 litre d'eau (ml/l).

Annexe n° 9

Matières en suspension.

(MES)
(13)

Principe: Méthode par filtration.

on effectue une filtration à l'eau analysée, et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

matériel utilisé:

- Dispositif de filtration sous vide ou sous pression (1 à 2 bars)
- Disques filtrants en fibres de verre.

Mode opératoire:

on lave le disque de filtration à l'eau distillée, on le sèche (105°C) jusqu'à masse constante, puis on le pèse après passage du dessiccateur. on le met en place sur l'équipement de filtration.

on met en service le dispositif d'aspiration ou de pression.

on verse l'échantillon (V) sur le filtre. on rince la fiole ayant contenu l'eau à analyser avec 10 ml d'eau distillée. on fait passer sur le filtre cette eau de lavage.

on laisse essorer le filtre, on le sèche à 105°C. on laisse refroidir du dessiccateur jusqu'à poids constant.

expression des résultats:

La teneur de l'eau en MES (mg/l) est donnée par l'expression:

$$\frac{M_1 - M_0}{V} \times 1000$$

M₀: masse du disque filtrant avant utilisation (mg)

M₁: masse du disque après (mg)

V: volume d'eau utilisé (ml)

Annexe n° 10

Dosage des composés phosphorés: (17)

La méthode utilisée est la méthode colorimétrique à l'aide du comparateur pour analyses colorimétriques.

Matériel:

Comparateur standard.

Cuvettes graduées A et B.

Eprouvette 20 ml

Erlen 100 ml

Flacon gradué

plaque amiantée.

plaquette « phosphates 95 à 10 mg/l »

Jauge.

Reactifs:

Persulfate de potassium

Acide sulfurique.

phénol phtaléine / TA

Reactif vanado molybdique.

Soude à 400 g/l.

Mode opératoire:

on verse 20 ml d'eau à analyser dans l'éprouvette. on ajoute

30 gouttes de reactif vanado molybdique. on agite et on attend

5 mn.

On rince puis on remplit l'une des cuvettes jusqu'au trait B avec de l'eau additionnée de réactif et on la place dans le comparateur, du côté du repère "réactifs". On rince puis on remplit l'autre cuvette jusqu'au trait B avec de l'eau à analyser et on la place dans le comparateur à côté de la précédente.

La fenêtre de lecture du comparateur étant tournée vers nous, on place la plaquette "phosphates 0,5 à 10 mg/l" dans le logement se trouvant à la partie supérieure du comparateur.

On observe les cuvettes par le dessus à travers la plaquette, en faisant face à la lumière, et on la fait coulisser jusqu'à apparition de l'écran coloré de même teinte que l'eau additionnée de réactifs. Le nombre placé en face de cet écran indique en mg/l la teneur A en orthophosphates. On verse 50 ml d'eau à analyser dans l'erlen. On ajoute 30 gouttes d' H_2SO_4 et une pincée de persulfate. On porte à ébullition pendant 30 mn. on laisse refroidir. On ajoute 1 goutte de phendphtaléine/TA puis de la soude jusqu'à apparition d'une teinte rose. On ajoute ensuite 1 à 2 gouttes d' H_2SO_4 pour que la teinte disparaisse. On vide l'erlenmeyer dans le flacon gradué et on ajuste le volume à 50 ml avec de l'eau dépourvue de phosphates. on agite et on opère comme précédemment. La lecture donne la concentration totale B en orthophosphates et phosphonates, exprimée en mg/l P_2O_5 .

la teneur en phosphonates exprimée en mg/l P_2O_5 est égale à $B-A$.

Bibliographie :

- 1 V. ALEXEEX Analyse quantitative Edition MIR
Moscou 1980
- 2 ASSOCIATION Techniques et sciences 6. 85.
GENERALE DES Municipales
HYGIENISTES ET
TECHNICIENS.
- 3 J.P. BEAUDRY Traitement des eaux Le Griffon d'argile
Inc. 1984
- 4 J.P. BECHAC . P. BOUTIN Traitement des eaux EYROLLES
B. MERCIER . P. NUER Usees 1984
- 5 DEGREMONT MEMENTO TECHNIQUE de DEGREMONT
L'EAU.
- 6 G. DREWS Mikrobiologisches Praktikum SPRINGER
Für Naturwissenschaftler BERLIN 1968.
- 7 A. DESSART chimie 2. chimie Minerale A de BOECK
et Notions de chimie Nucleaire 1979.
- 8 W.W. ECKENFELDER Gestion des eaux usees Techniques et
urbaines et industrielles documentation
Lavoisier 1982.
- 9 A. GAÏD Epuration biologique des eaux OPU 1984
urbaines Tome II

10. C. GOMELLA et H. EQUELLE
Le traitement des eaux publiques industrielles et privées
EYROLLES 1978
- 11 MEINCK - STOFF. KOHLSCHÜTER
les eaux résiduaires industrielles
MASSON 2^e édition 1977
- 12 P. PESSON
Pollution des eaux continentales incidence sur les biocénoses aquatiques
GAUTHIER-VILLARS 1980
- 13 J. RODIER
L'analyse de l'eau
DUNOD TECHNIQUE 1978
- 14 MONIQUE TARDAT-HENRI
chimie des eaux
Le Griffon d'Angile Inc. 1984
- 15 BIBLIOTHÈQUE DE BOTANIQUE DE
Biodegradation des pesticides
Centre de recherche sur les zones arides.
- 16 A. KETTAB
le traitement des eaux
Tome 1. les eaux potables
Cours photocopiés ENPA 1986.
17. Documentation ENGI
- 18 J. GUIRAUD P. GALZY.
L'analyse Microbiologique dans les industries alimentaires
les éditions de l'USINE NOUVELLE (Collection Genie Alimentaire) 1980

