

وزارة التعليم و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

1Ex

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE



PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

ANALYSE ET TRAITEMENT
DES EAUX RESIDUAIRES
DE L'E.M.AL - REGHAIA.

Proposé par :

D^r : A. AMAMRIA

Etudié par :

DJEDID MEBROUK

Dirigé par :

D^r : A. AMAMRIA

PROMOTION : JANVIER 1987

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

ANALYSE ET TRAITEMENT
DES EAUX RESIDUAIRES
DE L'E.M.AL (REGHAIA).

Proposé par :
D^r: A. AMAMRIA

Etudié par :
DJEDID MEBROUK

Dirigé par :
D^r: A. AMAMRIA

PROMOTION : JANVIER 1987

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
عَلَّمَ اللَّهُ لِي هَذَا لَعَلَّيْ
أَعْتَمِدُ عَلَى اللَّهِ الْعَلِيمِ

مَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمِ

وزارة التعليم العالي

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
NATIONALE POLYTECHNIQUE

Thème: G. DE l'environnement
Auteur: D. A. Amamria.....
Ingénieur: Djedid. Mebrouk...

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE - المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

مصلحة
موجبة
تدبير مهند

- النوع: تحليل ومعالجة المياه القذرة لمعمل المياه المعدنية لمنطقة الجبل
- الغرض: يهدف هذا المشروع إلى دراسة طبيعة التلوث الموجود
وتكتمله على مستوى وحدة المياه المعدنية بمنطقة الجزائر.
لقد اخترنا مختلف معايير التحليل واقترحنا مجموعة
أساليب وإجراءات لمعالجة هذه المياه المتبقية لئلا تفتك بالبيئة

Titre: Analyse et traitement des eaux résiduaires de l'EMAL (Réghaïa).....

Le but de ce projet est d'identifier la nature et de quantifier la pollution existant au sein de l'unité E.M.AL.

On a examiné les différentes critères d'analyse, tout en proposant une filière de procédés pour traiter ces eaux résiduaires, à ne pas nuire l'environnement.

Subject: Analysis and treatment of wastewater of EMAL (Réghaïa).....

Abstract: The aim of this project is to identify the nature and to determine the quantity of the pollution that exists in the bosom of E.M.AL.

WE have noticed the different criteria of analysis by proposing a series of proceeding to treat the waste water in order to prevent the environnement from being hurtful.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance à ma mère, pour ses sacrifices consentis à mon égard à mon père, pour son soutien moral et matériel, et ses encouragements tout le long de mes études.

À mes frères et sœurs, à tous les membres de ma famille, à tous mes amis et frères croyants.

Djedil Mebrout.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont à tous ceux ou celles qui de près ou de loin m'ont aidé moralement et matériellement à réaliser ce travail, en particulier:

- Mon promoteur M^r le docteur A. AMAMRIA, directeur du département de sciences fondamentales, pour ses conseils et ses orientations
- M^r le D^r R. KERBACHI, directeur du département de génie de l'environnement
- M^r A. DOWGIALLO, enseignant au niveau de notre département
- M^r A. NAAMANE, enseignant au niveau de notre département
- M^{me} MATEVA, enseignante au niveau de notre département
- M^r B. HAMZA, directeur du laboratoire de l'hôpital de LAGHOUAT
- M^{rs} N. MEBROUK, L. DJELLOUL, A. M^{ed}, AZIZ
- M^{elles} B. ZOHRA, B. MALIKA

- Les professeurs qui ont contribué à ma formation

Mes remerciements vont également à M^{me} la présidente:

M^{me} MOUSSAOUI

ainsi qu'aux membres du jury:

M^{me} MATEVA

M^r KERBACHI

qui me feront l'honneur de juger mon travail.

DJEDID Mebrouk

PLAN DE TRAVAIL

| | |
|--|----|
| INTRODUCTION | 1 |
| CHAPITRE 1 : | |
| Position du problème | 4 |
| CHAPITRE 2 : | |
| Généralités sur l'industrie des boissons | 6 |
| CHAPITRE 3 : | |
| Description et caractéristiques de l'unité | 13 |
| CHAPITRE 4 : | |
| Méthodologie d'analyse | 20 |
| CHAPITRE 5 : | |
| Résultats expérimentaux et interprétations | 28 |
| CHAPITRE 6 : | |
| Choix du procédé de traitement des eaux | 35 |
| CHAPITRE 7 : | |
| Dimensionnement des ouvrages | 43 |
| CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS | 62 |
| ANNEXES | |
| BIBLIOGRAPHIE | |

INTRODUCTION

Depuis son existence, l'humanité a toujours eu des rapports avec l'environnement qui l'entoure, chose qui a placé cette science en premier des préoccupations humaines. Ce qui a obligé l'homme à développer cette science et améliorer ses concepts.

Parmi les auteurs concernés par ce domaine, on cite : A.J.TOYNBEE qui dit : " Le type d'environnement qui contribue le mieux au développement humain serait un milieu suffisamment changeant pour poser des défis constants, mais qui ne serait pas assez rigoureux pour empêcher des réactions heureuses. "

Parmi les effets néfastes sur l'environnement à l'échelle mondiale, on peut citer les problèmes suivants :

- Les pluies acides
- Les fréons qui attaquent au niveau de la stratosphère la couche protectrice d'ozone
- La mer menacée par une pollution due à la présence du pétrole et dérivés (ballastage des navires), et des métaux lourds
- La pollution atmosphérique
- La désertification

La pollution de l'environnement compte aujourd'hui sans aucun doute parmi ^{les problèmes} les plus urgents auxquels l'humanité se trouve confrontée. (2)

En Algérie, on ne connaît pas encore de situations dramatiques, mais il existe néanmoins, des symptômes de pollution, surtout des eaux, de l'atmosphère et de l'environnement en général. (3)

L'industrie n'est rien d'autre qu'un établissement transformant des ressources naturelles en produits nécessaires à la

la vie des collectivités, qui ne cessent de provoquer d'activités polluantes regroupées dans les catégories suivantes :

.Pollution de l'eau :

- pollution industrielle
- effluents domestiques
- ruissellement provenant des terres agricoles
- autres catégories de ruissellement

.Pollution de l'air :

- combustion externe
- combustion interne(moteurs)
- procédés industriels
- élimination des déchets solides

.Déchets solides :

- industriels
- domestiques
- agricoles

(1)

Pour ces différentes pollutions indiquées ci-dessus, l'industrialisation a toujours des conséquences fâcheuses sur l'environnement; en particulier, elle menace les réserves hydriques et rend l'eau polluée. (1)

A part ça, l'O.M.S a compilé des statistiques terribles sur l'ampleur des maladies transmises par l'eau. Bon an, mal an, un milliard six cents millions de gens sont atteints par l'une ou l'autre des maladies suivantes :

la malaria (800millions); le trachome qui mène souvent à la cécité(500millions); la schistosomiase(200millions); la draconculose, due à la filaire de Médine(40millions); enfin, l'onchocercose, dite "cécité des rivières"(30millions).Il faut ajouter à cette liste la diarrhée qui tue à elle seule 18millions de personnes chaque année, dont 6millions d'enfants! (1)

Vu l'importance de l'eau, dans tous les secteurs, qui a pour usage :

- la satisfaction des besoins de l'alimentation en eau potable de la population et de l'abreuvement du cheptel,
- la satisfaction des besoins de l'agriculture,
- la satisfaction des besoins de l'industrie.

"Code des eaux, fait à Alger le 16/07/1983"

La pureté de l'eau est une base nécessaire non seulement pour la vie de l'homme mais aussi des animaux.

L'évolution de notre société s'est traduite au cours de ces dernières décennies par un accroissement rapide des besoins en eau et des quantités de pollution déversées dans le milieu naturel. (4)

Les signes de pollution qui viennent d'apparaître méritent dès à présent qu'en se penche sérieusement dessus pour passer à toute éventualité et pour ne pas laisser les choses empirer. (3)

Donc, il est temps de protéger notre environnement, en faisant un bilan global pour bien connaître le problème et agir dans le bon sens.

Quand il s'agit par exemple d'une pollution d'origine hydrique, c'est le cas de notre sujet. L'unique solution de recours pour faire face à ce nouveau fléau dont le caractère pernicieux n'est pas à démontrer reste "la station de traitement ou d'épuration". (3)

§&§&§&§&§

CHAPITRE.1

POSITION DU PROBLEME

Dans le cadre du plan d'étude globale de la pollution au niveau du marais de Réghaia, où sont implantées plusieurs unités industrielles de la zone de Rouiba-Réghaia, nous sommes amenés à déterminer la nature et la quantification de la pollution des eaux résiduaires de la société E.M.AL "Eaux Minérales de l'Algérois" qui est constituée d'une brasserie et d'une limonaderie, occupant une place importante dans le problème.

Après examination du rejet global de l'unité, on distingue 3 types de pollution différentes:

- les déchets solides
- les déchets atmosphériques
- les eaux résiduaires

Du fait que ce dernier est l'objet de notre projet; donc: " le mode d'action le plus efficace est de poser le problème " comme adit RENE DUBOIS, d'où il est question tout d'abord d'étudier les différentes caractéristiques de ces eaux résiduaires tout en effectuant un certain nombre de mesure et d'analyse de nature chimique(paramètres analytiques,...); biochimiques(analyse qualitative et quantitative des sucres, protéines,...) et microbiologiques(détection des levures,...) afin de proposer un procédé d'épuration de ce rejet.

Le but d'une telle détoxification des eaux résiduaires est à rechercher dans tous les cas, est de les déverser dans un état de pureté tel que la faune et la flore, dans les cours d'eau naturels, n'en soient affectées d'aucune manière et qu'ils puissent même après réception des eaux résiduaires, servir comme auparavant pour l'usage humain et industriel.

Il n'est pas toujours possible d'atteindre ce but, mais il faut cependant s'en approcher aussi près que possible.

Notre sujet vise bien la réduction ou l'élimination de la pollution au niveau du milieu récepteur qui est le " marais de REGHĀIA".

§&§&§&§&§

CHAPITRE . 2

| |
|---|
| <p><u>GENERALITES SUR LES INDUSTRIES</u></p> <p><u>DES BOISSONS</u></p> |
|---|

I-PREAMBULE

II-CARACTERISTIQUES GENERALES DES EAUX RESIDUAIRES

I-PREAMBULE /

L'importance des boissons pour les besoins de l'organisme a permis à l'industrie agro-alimentaire d'occuper une place particulière dans le secteur producteur et dans le développement des pays.

L'industrie des boissons est une industrie fabriquant plusieurs produits tels que: boissons(Soda, Limonade, Mouzaïa,...), boissons alcooliques(Bière, Vin, Apéritif,...), eaux minérales (Saïda, EL-Coléa, Vittel,...) et même du vinaigre,...etc...

Pour la production de la bière, les brasseries utilisent des produits bruts tels que: eau de brassage, houblon et levure.

II-CARACTERISTIQUES GENERALES DES EAUX RESIDUAIRES /

1-Origines et composition des eaux usées:

L'origine et la composition des eaux résiduaires sont résumés, tout en précisant les matières contenues dans cette eau, dans le tableau suivant.

| Lieu de production causant de l'eau résiduaire | Sorte d'eau résiduaire | Matières contenues dans l'eau résiduaire |
|--|---|---|
| Salle de brassage Cuve de fermentation Cuves de dépôt Salle de rinçage Bloc de soutirage Cuve de dissolution du sucre Cuve renfermant des extraits divers Bac refroidisseur Réfrigérant de bière | Eaux de rinçage et de nettoyage Eau de réfrigération | Hydrates de carbone Protéines; Matières solides dans l'eau résiduaire: résidus de drêches et de houblon, levure. Verre cassé, étiquettes. |

Tableau 1 présente les types d'eaux résiduaires de l'industrie des boissons

L'autre eau résiduaire peut provenir de :

-des eaux usées domestiques(personnel et refectoir)

- des traces de bière ou du limonade dues aux pertes
- la présence des produits chimiques utilisés lors du nettoyage(soude) et de la désinfection(eau de javel) des appareils.

2- Nature et composition microbiologique des eaux résiduaires:

Une eau rejetée par une brasserie peut contenir des levures, des bactéries et même des moisissures.

L'eau résiduaire d'une brasserie est l'ensemble de l'eau qu'on utilise pour des besoins technologiques et l'eau de lavage d'équipement de production et des surfaces.

L'eau qui se sépare après une trempée des grains d'orge contient des moisissures et des bactéries. Leurs quantités dans l'eau dépendent de leur contenu dans des grains d'orge (la flore microbienne des champs et de la flore microbienne qu'y se trouve pendant la conservation des grains d'orge dans des silos).⁽⁸⁾

La flore bactérienne prédominante est représentée par Bacillus, Pseudomonas, Micrococcus et des moisissures représentées par: Penicillium, Aspergillus, Mucor, Rhizopus, Fusarium, Alternaria, Cladosporium et Trichotecium.

Au cours de la désinfection des grains avant leur trempée ou au moment de la désinfection des grains trempés, la quantité de la flore microbienne dans l'eau qui reste capable de vivre est minime.⁽⁸⁾

Dans la production de la bière, une quantité importante d'eau est utilisée pour le lavage d'équipement industriel et des surfaces. Pour cette raison l'équipement se lave avec des eaux avant et après une désinfection. Naturellement l'eau de rinçage d'équipement avant la désinfection contient plus de microorganismes, capables de vivre par rapport à l'eau qu'on utilise pour le lavage après une désinfection.⁽⁸⁾

L'eau, après lavage dans l'atelier à cuisson, contient principalement des additifs mécaniques et rarement des bactéries thermophiles. L'eau, qu'on emploie pour un lavage d'atelier pour la clarification et pour la réfrigération du moût, contient généralement des bactéries dont les prédominantes^{sont} les bactéries lactiques sous la forme en bâtonnet et des bactéries en forme de cocci. (8)

Considérablement le plus important est le contenu d'eaux résiduelles de lavage des cuves de fermentation, des conduites de bière, des appareils de filtration, et de la machine remplisseuse de bière. (8)

La principale quantité de la flore microbienne dans cette eau résiduelle est représentée par des levures de bière *Saccharomyces Cerevisiae* ou *Saccharomyces Carlsbergensis*. (8)

D'autre part en raison d'une étape précédée de la désinfection de cet équipement et la propreté biologique de la biomasse de levures utilisables dans la production de bière, et des conditions de production; l'eau de lavage peut contenir des levures sauvages et des différentes bactéries.

Toute levure est dite sauvage si elle n'appartient pas aux levures sélectionnées, utilisées dans l'usine. Les levures sauvages sont très généralement présentes au cours, de la fermentation, de la garde et de la conservation de la bière. Elles peuvent, si leur nombre devient suffisamment important, engendrer des changements dans la fabrication: faux goûts, troubles, voiles,...

Les levures sont présentées par des genres de *Saccharomyces* (*S. Pasteurianus*, *S. Bayanus*, *S. Diastaticus*, *S. Cerevisiae* variété *ellipsoïdeus*), *Pichia* et *Hansenula*. Toutes ces levures sont capables de sporuler, alors que les levures des brasseries ont presque toute perdues cette aptitude. (8)

Les levures ne sporulant pas sont les suivantes: (8)

- Rhodotorula: petites cellules sphériques à bourgeonnement multilatéral, dont la couleur est due à la présence de pigments caroténoïdes.
- Kloeckera: cellule en citron, bourgeonnement terminal.
- T^roulopsis: aspect analogue à celui de Rhodotorula mais sans pigmentation.
- Candida: (C.Vini, C.Mycoderma, C.Parapsilosus, C.Utilis.

Les bactéries lactiques sont présentées par Lactobacillus (L.Casei, L.Plantarum, L.Brevis, L.Buchneri, L.Coryneformis) et Pédicoccus. (8)

Les bactéries acétiques sont représentées par Acetobacter et Acetomenas.

Les Entérobactéries dont les genres prédominants sont Enterobacter, Escherichia, Hafnia. (8)

Les eaux résiduaires issues après un lavage de l'équipement industriel désinfecté et des surfaces contiennent une quantité minime de la microflore capable de vivre. (8)

L'eau utilisée pour la production de bière et l'eau potable sont porteurs d'une quantité connue de microorganismes.

Conclusion: On peut dire que le niveau du régime sanitaire hygiénique en brasserie détermine le contenu de microflore dans les eaux résiduaires.

3-Quantité des eaux usées:

La quantité des eaux résiduaires de l'industrie des boissons est la plus souvent relativement élevée, quand l'usine possède un propre captage d'eau.

Une grande partie des eaux usées fournies par ce type d'industrie vient du nettoyage des bouteilles et de la brasserie.

4-Effet des eaux résiduaires de l'industrie des boissons
sur l'environnement:

Dans les émissaires à faible débit, l'action des eaux résiduaires se traduit par des dépôt de boues, des développements de champignons, une forte consommation d'oxygène, un dégagement d'hydrogène sulfuré, avec les inconvénients et les dégâts en résulter. (9)

-Effet des eaux acides ou alcalines:

Si le pH présente de gros écarts par rapport à la neutralité (pH=7), tous les êtres vivants se trouvant dans l'eau aussi bien végétaux qu'animaux subissent des lésions ou sont tués, ce qui peut entraîner l'arrêt total des processus biologiques extrêmement importants pour l'économie de l'eau. (10)

-Effet de l'oxygène dissous dans l'eau:

L'action toxique peut également être provoquée essentiellement par épuisement de l'oxygène dissous dans l'eau, et indispensable pour l'épuration biologique. (10)

5-Les procédés d'épuration:

On entame séparément l'épuration des eaux résiduaires des brasseries et des boissons non alcoolisées.

a-Cas des industries des boissons:

Les eaux usées provenant de cette industrie ont une particularité de sorte que leur dégradation biologique ne présente pas de problème. La seule condition préalable est que les eaux usées produits par les installations de nettoyage des bouteilles soient recueillies à part et neutralisées: après la filtration ayant retenu les restes de papier. Le traitement de l'ensemble de ces eaux peut avoir lieu en même temps que celui des eaux ménagères dans les stations d'épuration communales. Il peut aussi avoir lieu séparément par arrosage, ruissellement, ou bien dans des stations d'épuration biologiques appartenant à l'usine. Dans ce dernier cas, ces stations doivent être construites par une aération prolongée, ceci pour compenser les fluctuations dans la production des eaux à épurer.

b-Cas des brasseries:

Pour que les eaux usées des brasseries peuvent être traitées avec les eaux usées communales, il faut qu'elles soient prétraitée afin de les débarrasser de leurs matières sédimentables et flottantes par tamisage. (7) Celui-là constitue le meilleur mode d'évacuation dans les grandes villes en particulier. (9)

Parmi les installations de clarification des eaux usées des brasseries, des procédés ont fait leurs preuves:

-Le procédé biologique naturel utilisé est les étangs aérés artificiellement avec une charge par unité de volume B_r de moins de $20gDBO_5(m^3.d)$ et ensuite un étang de clarification finale avec une durée de séjour t_r de plus d'un jour.

-Les procédés biologiques artificiels utilisés en épuration des eaux résiduaires des brasseries sont:

..Les lits bactériens:

On ne peut obtenir un rendement d'épuration élevé

et régulier que si on assure équilibrage efficace des eaux résiduaires aux points de vue qualité et volume. ⁽⁹⁾

..Le procédé d'activation:

Celui-là avec une charge massique B_{ts} au dessous de $0,1 \text{ KgDBO}_5 \cdot \text{g.MS.d.}$ Lors de gonflement de la boue activée, la relation Azote- DBO_5 doit éventuellement être améliorée par addition d'Azote. ⁽⁹⁾

-l'irrigation par aspersion ou par ruissellement des eaux usées fraîches:

Si une surface agricole suffisante est disponible, en général ne revient pas plus cher que d'autres procédés pouvant entrer en ligne de compte, de les débarrasser des gros éléments, papiers, etc...qu'elles contiennent, par passage des tamis fins (mailles de 0.6 à 1.0mm de largeur). ⁽⁹⁾

Autre possibilité: pour éviter une pollution inutile des eaux résiduaires, on recourt aux procédés suivants:

-A l'aide d'un tamisage et d'une décantation; on retient de façon aussi complète que possible les résidus de malt et de houblon, les particules de levures, les turbidités dues à des albumines et les solides divers dans les différents ateliers.

-Digestion anaérobie; où la substance organique ainsique des boues produites lors de l'épuration des eaux résiduaires sont dégradées essentiellement en CO_2 et en gaz méthane(60%); le résidu solide qui reste peut être répandu sur le sol. L'eau des boues est, de préférence, mélangée aux eaux résiduaires à épurer.

§&§&§&§&§

CHAPITRE . 3

| | | | |
|--------------------|----|-------------------------|-----------|
| <u>DESCRIPTION</u> | ET | <u>CARACTERISTIQUES</u> | <u>DE</u> |
| <u>L'UNITE</u> | | <u>EMAL</u> | |

I-HISTORIQUE

II-PROCEDES DE FABRICATION

III-REJET CORRESPONDANT

IV-DISPOSITION PRISES PAR L'UNITE

V-COMPOSITION DES BOISSONS PRODUITES AU SEIN
DE L'UNITE

VI-CARACTERISTIQUES DE QUELQUES CONSTITUANTS

VII-L'EAU DANS L'UNITE

I-HISTORIQUE /

L'E.M.AL(ex-SNEMA) de Reghaïa est créée en 1960. La création de la SNEMA permettra la satisfaction des besoins nationaux en boissons. Ce n'est qu'en 1976 qu'elle a été nationalisée et devenue une unité sous tutelle du ministère des industries légères; A partir de cette date, elle fait partie de la SNEMA, qui regroupe toutes les brasseries, les limonaderies et les unités des eaux minérales d'Algérie.

L'unité de Reghaïa est située dans la zone industrielle de Rouiba-Reghaïa à environ un kilomètre de Reghaïa à proximité de la route nationale n°5. L'unité elle-même comprend:

- une brasserie
- une limonaderie

Elle compte actuellement un effectif de 620 personnes travaillant en deux équipes pour la production.

Elle produit actuellement des boissons:

- alcoolisées (bières) du type Nouas
- gazeuses non alcoolisées et qui sont Coca-Cola, Fanta, Nachta et Martinazi .

Assurant la production et la commercialisation de ces produits, l'unité de Reghaïa dispose aussi d'un stock de Saïda dont elle assure la commercialisation et la distribution.

L'E.M.AL comprend six blocs qui sont:

- bloc de traitement des eaux brutes
- "- de fabrication de la bière
- "- de la mise en bouteille des boissons et de la fabrication des limonades et de leur stockage
- bloc de restauration
- "- d'administration

Produits utilisés:

comme matière première: Malt et houblon

- "- produits chimiques: HCl, H₂SO₄, Soude, Eau de javel, Acide Ascorbique

et aussi: des enzymes telles que les levures, et enfin les huiles.

II- PROCEDES DE FABRICATION://

1) Les limonades: boissons gazeuses non-alcoolisées

Les différentes étapes suivies durant la fabrication des boissons gazeuses

a) Préparation du sirop blanc, à partir de l'eau chaude et la dissolution du sucre.

b) Filtration et refroidissement

c) Addition de l'extrait et du CO_2 ainsi la boisson gazeuse est prête à être:

d) Mise en bouteilles.

2) La bière: boisson alcoolisée

Les différentes étapes effectuées pour l'obtention d'une bière sont:

a) Mouture de malt: les grains (du malt) sont concassés par passage dans un moulin

b) Brassage proprement dit: la mouture est empatée avec la quantité d'eau tiède nécessaire et du maïs. L'ensemble est porté à des paliers de température jusqu'à l'ébullition où il est houblonner. Sous l'action des diastases formées à la germination, la majeure partie de la farine se liquifie, L'amidon se transforme surtout en sucre (Saccharifaction) et se dissout dans le liquide ou "bouillon". Les écorces et les fractions inattaquées demeurent en suspension.

c) Filtration: elle mène à séparer la suspension du moût et récupérer les drêches, sous produit utilisé pour l'alimentation du bétail

d) Refroidissement et aération du moût: Le moût, chaud, préparée en salle de brassage, est refroidi et aéré avant d'être envoyé à la cave de fermentation.

L'aération du moût est nécessaire car la levure ne se mul-

tipliera pas en absence d'oxygène; pour cela on injecte de l'air au moût.

e) Fermentation: le moût, aéré et refroidi, est conduit dans les cuves de fermentation dans lesquelles la levure a été introduite initialement. On utilise des cuves en cuivre fermées maintenues à une T° de 5 à 7°C, comportant à la partie supérieure une conduite permettant la récupération du CO₂.

f) La garde ou fermentation secondaire: elle consiste à maintenir la bière dans le tank de garde à une T° très basse, de l'ordre de 0 à 3°C.

Le but de la garde est de permettre:

- la saturation naturelle de la bière par son propre CO₂ (en empêchant le CO₂ dissout de s'échapper)
- La clarification de la bière (en éliminant les levures)
- le murissement et affinage du goût et de la saveur de la bière

La garde peut durer quelques jours et même quelques semaines.

g) La filtration de la bière: après une première filtration, on ajoute au mélange à l'aide d'une pompe doseuse de l'acide ascorbique et du cryptol, ayant une propriété stérilisante et menant ainsi à une bière dans la conservation n'altère pas les propriétés organoleptiques de celle-ci.

La bière est ensuite envoyée dans des cuves tampons en attendant la deuxième filtration ou le soutirage si celle-ci a subi deux filtrations et enfin;

- h) La mise en bouteille
- i) Leur pasteurisation.

III- REJET CORRESPONDANT: /

1) Les déchets solides:

On distingue surtout:

- les drêches

- les casiers plastiques
- les verres et étiquettes

2) La-pollution atmosphériques:

Il s'agit des gazs brulés de chaudière.

3) Les effluents liquides de l'E.M.AL sont pollués par des:

- eaux chargées de reste de drêches, et de houblon
- levures
- eaux usées domestiques
- traces de bière ou de limonade dues aux pertes
- eaux de rinçage(alcalines et chaudes)
- eaux de refroidissement
- huiles usées

IV- DISPOSITION PRISES PAR L'UNITE:/

- Récupération et broyage des plastiques
- -"-"-"-"- des verres et étiquettes
- -"-"-"-"- de drêches et vente à l'ONAB comme produit d'alimentation du bétail
- Récupération et stockage des huiles de vidange(par NAFTAL).

V- COMPOSITION DES BOISSONS PRODUITES AU SEIN DE L'UNITE:/

Limonade: une boisson acidulée, composée de suc d'extrait, d'eau gazeuse et de sucre.

Bière : est une boisson alcoolisée, composée d'un mélange d'eau de bonne qualité, d'alcool et de gaz carbonique résultant d'une fermentation alcoolique, de produits à saveur et à couleur caractéristiques provenant du malt, de produits amers et odorants provenant du houblon. (12)

VI- CARACTERISTIQUES DE QUELQUES CONSTITUANTS:/

Le sucre: aliment de saveur douce, cristallisé, extrait de la canne à sucre et de betterave à sucre(nom scientifique: SACCHAR-

Saccharose).

Le malt: orge germée artificiellement, séchée et réduite en farine utilisée pour fabriquer de la bière.

Le houblon: plante grimpante cultivée pour ces cônes, employés pour aromatiser la bière (cette plante ^{peut} atteindre une hauteur de 5m).

La levure: forme évolutive de champignons.

Il y a divers levures, on distingue, selon le mode de production:

- a) levures anascorporées: (dont la reproduction est asexuée) responsable des levureses par exemple: candidoses (genre Candida) et torulose (genre Torulopsis)
- b) levures ascorporées: (ou sporogènes) qui ne sont pas pathogènes, mais ont un intérêt industriel (fermentation) ou thérapeutiques (comme source de vitamine B, adjuvant au traitement du diabète, des infections intestinales, en raison de leurs propriétés bactéricides et anti-toxiques)

Dans notre cas, la levure de bière employée est un champignon unicellulaire de l'espèce "Saccharomyces cerevisiae", à cellules ovoïdes d'un diamètre d'environ un centième de mm.

La levure de la bière est un organisme vivant qui se reproduit par bourgeonnement pour former de curieux chapelets. Beaucoup de ces formes microscopiques ont la faculté de produire des formes résistantes qui leur permettent de survivre dans des conditions défavorables (voir fig.1). Chaque cellule est formée d'un protoplasme entouré d'une membrane;

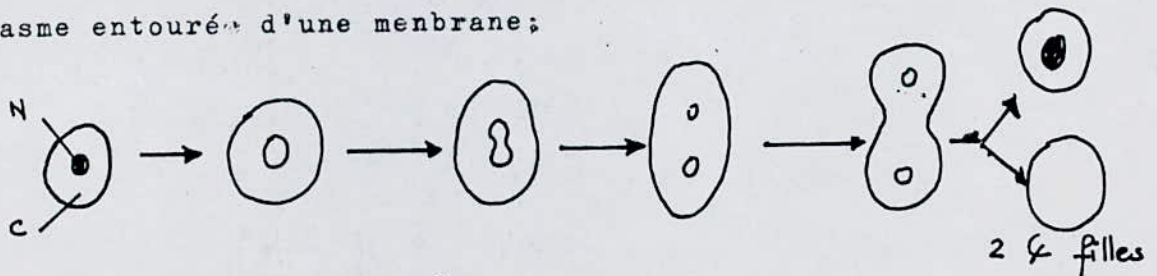
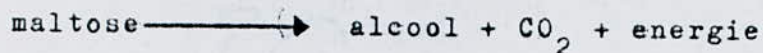


fig. 1

Au cours de la fermentation la levure prolifère produisant ainsi de nouvelles cellules. Elle tire sa nourriture de l'orge et des autres céréales; il en résulte la formation d'alcool et un dégagement de gaz carbonique suivant la réaction:



Activité de la levure:

Elle se traduit par la formation de nouvelles cellules et par une modification profonde dans la composition du moût:

- élimination de la majeure partie de l'azote assimilable
- diminution du pH
- chute importante du taux des sucres fermentescibles qui sont remplacés par de l'alcool et du gaz carbonique dont la majeure partie est récupérée.

VII- L'EAU DANS L'UNITE:

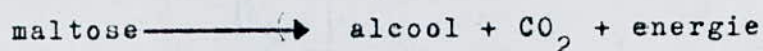
1) Eau d'alimentation:

a) La source: L'eau utilisée par l'unité provient d'un puits. Le puits est un forage d'une profondeur de plus de 62m. L'eau est puisée au moyen d'une pompe immergée et placée à 27,87m du sol. La pompe du puits est reliée à un contacteur à niveau, qui s'arrête dès que les quatre réserves d'eau brute sont remplies (le volume de chaque réserve est de 24m³) et se remet en marche quand le niveau baisse.

b) Stock d'eau brute: L'eau brute stockée subit une désinfection au chlore. Celle-ci est utilisée:

- pour le nettoyage extérieur
- une partie sera traitée avec les adoucisseurs pour le lavage, rinçage et pasteurisation des bouteilles (bière).
- une autre quantité sera décarbonatée sur résines échangeuses d'ions pour la fabrication des boissons.

Au cours de la fermentation la levure prolifère produisant ainsi de nouvelles cellules. Elle tire sa nourriture de l'orge et des autres céréales; il en résulte la formation d'alcool et un dégagement de gaz carbonique suivant la réaction:



Activité de la levure:

Elle se traduit par la formation de nouvelles cellules et par une modification profonde dans la composition du moût:

- élimination de la majeure partie de l'azote assimilable
- diminution du pH
- chute importante du taux des sucres fermentescibles qui sont remplacés par de l'alcool et du gaz carbonique dont la majeure partie est récupérée.

VII- L'EAU DANS L'UNITE:/

1) Eau d'alimentation:

a) La source: L'eau utilisée par l'unité provient d'un puits. Le puits est un forage d'une profondeur de plus de 62m. L'eau est puisée au moyen d'une pompe immergée et placée à 27,87m du sol. La pompe du puits est reliée à un contacteur à niveau, qui s'arrête dès que les quatre réserves d'eau brute sont remplies (le volume de chaque réserve est de 24m³) et se remet en marche quand le niveau baisse.

b) Stock d'eau brute: L'eau brute stockée subit une désinfection au chlore. Celle-ci est utilisée:

- pour le nettoyage extérieur
- une partie sera traitée avec les adoucisseurs pour le lavage, rinçage et pasteurisation des bouteilles (bière).
- une autre quantité sera décarbonatée sur résines échangeuses d'ions pour la fabrication des boissons.

c) Adoucisseurs à cycle sodique: Les laveuses de bouteilles (bière et boissons gazeuses) exigent une eau adouciée, pour cela deux adoucisseurs sont mis en place:

- l'un dans la limonaderie
- l'autre dans la salle de la mise en bouteille de la bière

d) Décarbonation de l'eau: Avant de passer dans le décarbonateur, l'eau passe d'abord par les filtres à sable (4 filtres) de volume égal à $9m^3$ 60 chacun.

Le but de cette opération est d'éliminer les matières en suspension colloïdales et les débris végétaux contenus dans l'eau brute. Le nettoyage de ces filtres se fait quotidiennement.

Après stérilisation et la filtration sur charbon actif, l'eau déchlorée passe ensuite dans un échangeur d'ions, partie principale de l'installation.

L'E.M.AL de Reghaïa consomme mensuellement $32775m^3$ d'eau.
Le volume journalier moyen est estimé à $1092,5m^3$.

2) Eaux résiduaires:

Les effluents de l'unité sont très riches en matières biodégradables. Le réseau d'assainissement de type unitaire de l'unité est lié au collecteur communal principal.

§&§&§&§&§

ZONE INDUSTRIELLE DE ROUIBA-REGHAÏA

Echelle: 1/20.000 [SOURCE ANAT]

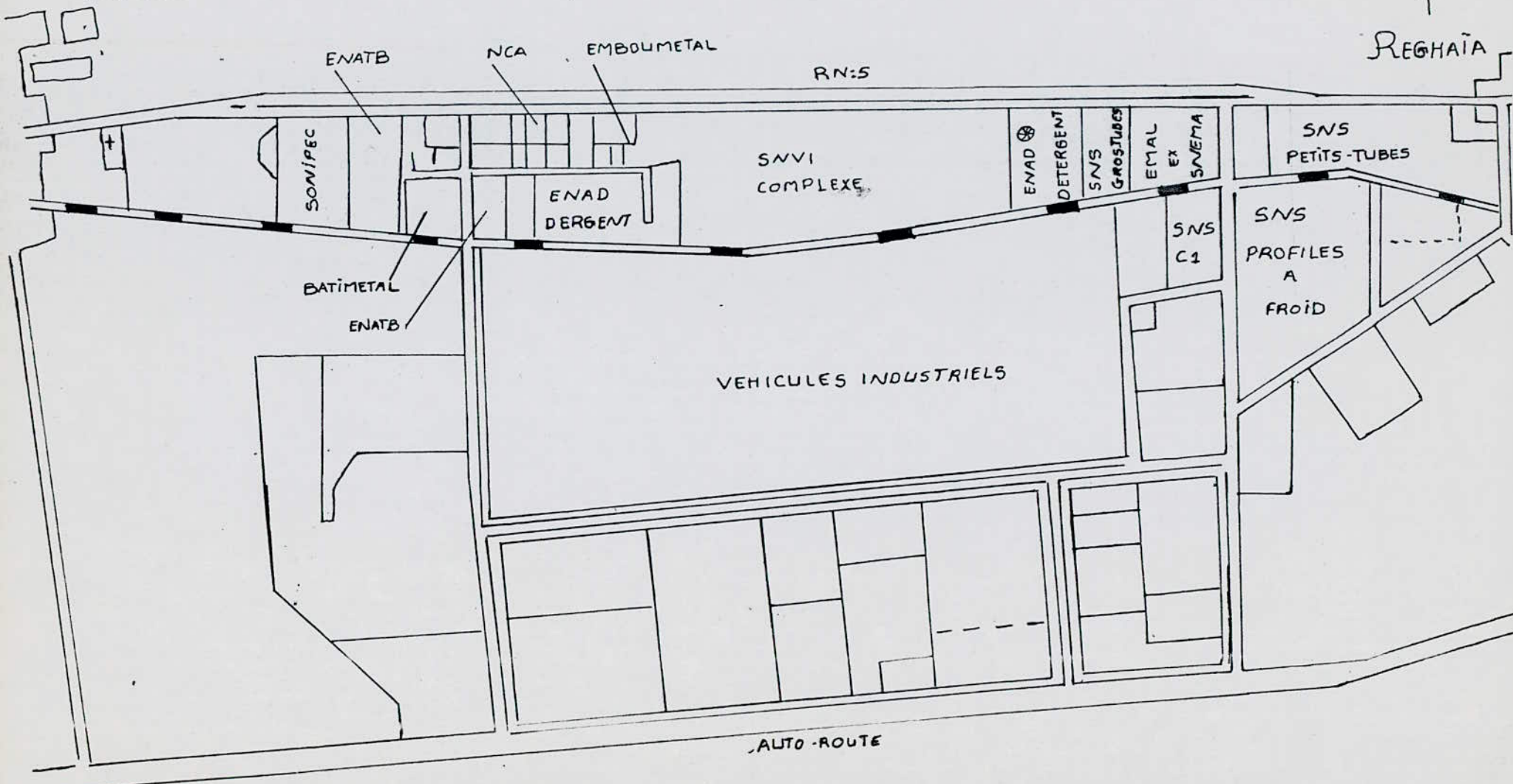


VERS LE LAC



ROUIBA

REGHAÏA



AUTO-ROUTE

CHAPITRE. 4

METHODOLOGIE

D'ANALYSE

I-PRELEVEMENTS ET ECHANTILLONAGE

II-CRITERES OU PARAMETRES ANALYTIQUES

I-PRELEVEMENT ET ECHANTILLONNAGE: /

Les échantillons ont été pris au niveau du regard de visite situé à la sortie de l'unité. Ce regard est un point de liaison entre l'unique conduite d'assainissement et le collecteur communal de Réghaïa.

Compte tenu des dimensions du regard (80*80cm) et de la profondeur (6 à 7m), les prélèvements ont été faits à l'aide d'un seau en P.V.C. muni d'une corde car nous étions dans l'impossibilité de prélever directement.

Les échantillons sont conservés à une température d'environ 4°C jusqu'à leur analyse au laboratoire, afin d'éviter ou de réduire toute réaction chimique ou biologique.

Les substances organiques peuvent commencer à se dégrader lors du transport de l'échantillon, pouvant ainsi modifier les valeurs de la DBO_5 et de la DCO. On peut les conserver chimiquement en ajoutant 1ml de Chloroforme par litre d'eau.

J'ai même analysé quelques paramètres dans les 2 cas (avec ou sans conservateur) pour le même échantillon, et j'ai pu constater l'effet du conservateur.

II-CRITERES OU PARAMETRES A ANALYSER: /

La connaissance du type d'industrie nous permet de connaître les différents paramètres à analyser.

Pour l'industrie des boissons (industrie agro-alimentaire) de Réghaïa nous avons suivi le programme d'analyse des effluents résiduels donné par (Eckenfelder) et qui tient compte de :⁽¹³⁾

- pH et couleur
- température
- azote-ammoniacal
- chlorures
- phosphore

- matière en suspension
- DBO_5 et DCO

Nous avons analysé également:

- matières décantables et MVS
- résidu sec
- oxydabilité au KMnO_4 et oxygène dissous
- alcalinité
- les hydrates de carbone et les protéines
- recherche et dénombrement des levures.

1) La température:

C'est un facteur qui favorise la fermentation et qui agit comme une pollution additionnelle, sans oublier la diminution de la teneur en oxygène dissous dans l'eau.

Il faut que les eaux usées restent à un état de fraîcheur pour que leurs éléments constitutifs restent peu décomposés.

Sachant que les variations importantes de température affectent tous les processus biologiques où la température optimale pour l'activité se situe entre 25 et 30°C. La mesure est faite in-situ à l'aide d'un thermomètre.

2) Le pH:

Le pH montre le degré d'acidité de l'eau usée et décrit le caractère agressif ou incrustant d'une eau.

Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion du béton ou des métaux de canalisations. Un pH plus élevé peut conduire à des dépôts incrustants dans les réseaux d'évacuations. Les mesures du pH ont été faites au laboratoire à l'aide d'un pH-mètre.

3) Azote-ammoniacal:

L'Azote-ammoniacal peut se présenter soit sous forme d'ion ammonium (NH_4^+), soit sous forme de NH_3 , particulièrement toxique pour les poissons et les microorganismes (15), dont la proportion dépend

du pH et de la température, qui peut être calculée à partir de la formule:
$$[\text{NH}_3] = [\text{NH}_4^+] \cdot \frac{1}{1 + 10^{(10 - \text{pH} - 0.03T)}} \quad (14)$$

Une valeur égale ou supérieure à 0.3mg/l de NH_3 est, à long terme, nocive pour la vie piscicole. Les salmonides sont les plus sensibles, car la toxicité s'élève rapidement et devient aigüe selon les espèces entre 0.6 et 1.5 mg/l.

La toxicité est diminuée par une élévation de température et augmentée par les fortes teneurs en CO_2 et les faibles teneurs en O_2 . (14)

La teneur en Azote ammoniacal dans les eaux naturelles devrait être relativement faible puisque l'ammoniac est oxydé graduellement en nitrites et nitrates. (14)

Les eaux naturelles ou usées contiennent toujours de l'Azote ammoniacal, produit normal de la biodégradation de l'Azote organique (protéïnes, acides aminés, etc...) (15)

L'oxydation biologique de l'ammoniaque peut développer des zones anaérobies dans certaines parties des réseaux de distribution et entraîner ainsi des odeurs désagréables et provoquer la corrosion des conduites. (14)

En ce qui concerne la préservation de l'échantillon: réfrigération à 4°C et ajout de 0.8 ml/l de H_2SO_4 concentré. (15)

4) Les chlorures:

L'inconvénient des chlorures est la saveur désagréable donnée à l'eau, surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de Sodium, par contre la saveur peut être moins marquée en présence de Ca et de Mg.

La corrosion dans les canalisations et les réservoirs, en particulier pour les éléments en acier inoxydable, est due à la

présence des chlorures à partir d'une teneur de 50 mg/l.

Pour l'usage agricole, les teneurs en chlorures peuvent limiter certaines cultures.

La réglementation Française, les normes Américaines, l'OMS recommandent que la teneur^{en} chlorures des eaux ne dépasse pas 250 mg/l.

5) Le Phosphore (les Phosphates) :

Le phosphore peut se trouver sous différentes formes oxydées; sous la forme d'acide telle que: méta(HPO_3); pyro($\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$) et ortho(H_3PO_4). En milieu aqueux, les acides méta et pyro tendent vers une forme plus stable: l'orthophosphate.

Les phosphates peuvent être issus des traitements de vaccination des eaux industrielles contre la corrosion et l'entartrage, ou des adjuvants actifs ajoutés aux détergents. Les phosphates participent à la diminution de la dureté de l'eau et maintiennent les salissures en suspension dans l'eau.

Dans les eaux usées, la part des rejets humains ne représente que 30 à 50% du Phosphore total, le reste provenant des produits de nettoyage.

Le Phosphore joue un rôle important dans le développement des algues; il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les réservoirs, les grosses canalisations et les eaux des lacs où il contribue à l'eutrophisation, phénomène évolutif au cours duquel le milieu s'enrichit en matières nutritives d'une manière excessive et par voie de conséquence, en algues et plancton aquatique. (14)

6) Les matières en suspension: (14)

Les matières en suspension en teneurs élevées peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer l'oxygène dissous et limiter par conséquent le développement de la vie aquatique.

L'asphyxie des poissons, par colmatage des branchies, est souvent la conséquence d'une teneur élevée en matières en suspension. Elles interviennent dans la composition de l'eau par leurs effets d'échanges d'ions ou d'adsorption, aussi bien sur les éléments chimiques à l'état de traces que sur les micro-organismes.

Pour la détermination de la teneur des MES, la méthode utilisée est la filtration.

7) Demande chimique en Oxygène (DCO) :

La demande chimique en Oxygène représente la quantité d'Oxygène dissous cédée, par voie chimique (donc sans intervention biologique), pour oxyder les substances réductrices présentes dans les eaux polluées. La mesure de la DCO s'impose lorsque les eaux contiennent des polluants qui ne peuvent être oxydés par voie bactérienne (comme par exemple les détergents cationiques à action bactéricide) .⁽¹⁸⁾

La méthode normalisée pour les eaux usées utilisera le dichromate de potassium en milieu sulfurique, oxydant puissant, qui conduit à la DCO . Sa durée est fixée à deux heures.⁽¹⁶⁾

8) Demande biochimique en Oxygène (DBO) :

La demande biochimique en Oxygène est la quantité d'Oxygène nécessaire aux microorganismes vivants, pour assurer l'oxydation et la stabilisation des matières organiques présentes dans l'eau usée. Par convention la DBO est la valeur obtenue

après 5 jours d'incubation, (DBO_5).⁽¹³⁾ Cette quantité d'Oxygène , exprimée en mg/l, est consommée dans les conditions de l'essai (incubation à 20°C et à l'obscurité) pendant un temps donné.⁽¹⁶⁾

Pour la détermination de la DBO_5 , on utilise une méthode instrumentale. (voir Annexe)

9) Les matières décantables:

Les matières décantables constituent le dépôt obtenu au bout de 2 heures dans une éprouvette conique graduée (cône d'Imhoff) d'une contenance de 1 l .

Les matières décantables sont exprimées en volume: en ml/l .

10) Les matières volatiles en suspension: (17)

Cette mesure permet d'apprécier grossièrement le poids des microorganismes bien qu'il soit tenu compte des matières organiques mortes et de synthèse.

Comme il s'agit de l'évaluation la plus simple, elle est aussi la plus utilisée.

11) Résidu sec:

La détermination du résidu sec sur l'eau filtrée correspond aux matières dissoutes. Les résultats sont influencés par la température et la durée de la dessiccation. Les valeurs obtenues permettent d'apprécier la minéralisation de l'eau.

12) Oxydabilité au permanganate de potassium ($KMnO_4$):

Cette mesure nous fournit:

- La quantité de permanganate de potassium consommée⁽¹⁴⁾
- Une appréciation de la teneur en matières organiques des eaux .⁽¹⁶⁾

En milieu alcalin, les matières organiques d'origine animale s'oxydent plus facilement que celles d'origine végétale.

Pour l'interprétation des résultats, il sera nécessaire de les rapprocher de ceux de l'examen bactériologique; une teneur élevée en matières organiques devra toujours faire suspecter une contamination microbienne.

Pour les eaux résiduaires, il est à noter, d'un point de vue générale, que les résultats obtenus par oxydation du permanganate de potassium sont inférieurs à ceux de la DEO_5 et de la DCO .

13) La matière organique:

Les matières organiques proviennent du lessivage des sols et surtout des résultats du métabolisme des organismes aquatiques. Elles sont composées d'hydrates de Carbone, de matières protéiques, d'acides aminés, de lipides et autres substances de réserves dont certaines jouent le rôle de catalyseur, de stimulateur ou d'inhibiteur des fonctions biologiques.

La présence des matières organiques est favorable à la productivité piscicole quand leur teneur ne provoque pas une diminution de l'oxygène dissous, susceptible de nuire à la vie des animaux aquatiques. (19)

Tous les éléments biodégradables par définition sont des éléments justiciables d'un traitement biologique, par exemple: les sucres, les protéines, les phénols, ... (16)

a- Les protéines:

Les protéines ont été mis en évidence dans l'eau résiduaire par une analyse qualitative en employant le réactif de Pauly.

b- Les sucres:

Les hexoses, les pentoses et le glucose ont été identifiés qualitativement et quantitativement par plusieurs méthodes.

Le taux du glucose a été aussi déterminé par la méthode médicale.

14) Analyse microbiologique:

L'analyse microbiologique nous aide à rechercher et même à dénombrer les microorganismes voulus en utilisant la gélose correspondante.

Au niveau du milieu récepteur les levures peuvent servir comme nourriture pour les poissons.

-Précaution à prendre:

Pour exécuter une telle analyse microbiologique, l'échantillon, qui doit être soumis à l'analyse; sera prélevé soigneusement dans un récipient stérile dans des conditions d'asepsie rigoureuse et de telle sorte qu'il soit représentatif de l'eau à analyser.

L'analyse devra être faite rapidement (maximum 8 heures) après le prélèvement de l'échantillon qui sera toujours transporté et stocké au froid à +4°C .

§&§&§&§&§

CHAPITRE. 5

RESULTATS EXPERIMENTAUX ET

INTERPRETATIONS

I-RESULTAT EXPERIMENTAUX

II-INTERPRETATION DES RESULTATS

I-RESULTATS EXPERIMENTAUX://

Les résultats expérimentaux obtenus figurent dans les tableaux : 2,3,4,5 et 6..;

Ces valeurs représentent le mois de décembre 1986 prises à raison d'une fois par semaine.

| échantillon | T°C | pH | DBO ₅ | DCO | DCO/DBO ₅ |
|-------------|-----|------|------------------|-------|----------------------|
| 01/12/86 | 30 | 11,9 | 235 | 540 | 2,3 |
| 08/12/86 | 28 | 10,3 | 230 | 483 | 2,1 |
| 15/12/86 | 28 | 10,3 | 190 | 342 | 1,8 |
| 23/12/86 | 29 | 11,3 | 458 | 1466 | 3,2 |
| 25/12/86 | 29 | 11,0 | 216 | 346 | 1,6 |
| Moyenne | / | / | 265,8 | 635,4 | 2,2 |

Tableau 2

| échantillon | M E S 105°C (mg/l) | M V S (mg/l) | Pourcentage d'abattement | Oxydabilité au KMnO ₄ (mg/l) |
|-------------|--------------------------|-----------------|-----------------------------|---|
| 01/12/86 | 67,0 | 53,0 | 79% | 85,4 |
| 08/12/86 | 14,7 | 11,3 | 77% | 99,6 |
| 15/12/86 | 32,2 | 25,1 | 78% | 94,6 |
| 23/12/86 | 66,5 | 52,5 | 79% | 72,8 |
| 25/12/86 | 42,3 | 33,8 | 80% | 21,4 |
| Moyenne | 44,5 | / | / | 74,8 |

Tableau 3

| échantillon | 01/12/86 | 08/12/86 | 15/12/86 | 23/12/86 | 25/12/86 |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Hexoses (mg/l) | 10,0 | 9,5 | 8,5 | 27,0 | 9,0 |
| Pentoses (mg/l) | 9,0 | 8,5 | 7,5 | 29,0 | 8,5 |

Tableau 4 : Les valeurs des concentrations des sucres dans l'eau résiduaire

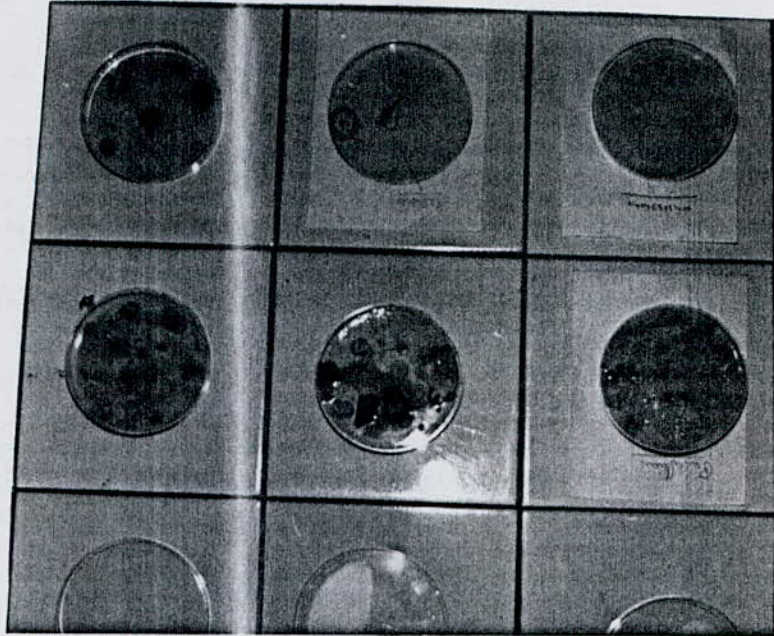
| échantillon | T°C | pH | Azote | Phosphate | Chlorure |
|-------------|-----|------|-------|-----------|----------|
| 01/12/86 | 30 | 11,9 | 3,3 | 3,6 | 404,5 |
| 08/12/86 | 28 | 10,3 | 4,4 | 4,2 | 252,8 |
| 15/12/86 | 28 | 10,3 | 2,5 | 3,2 | 790,0 |
| 23/12/86 | 29 | 11,3 | 4,2 | 3,9 | 650,3 |
| 25/12/86 | 29 | 11,0 | 4,8 | 3,6 | 356,4 |
| Moyenne | / | / | 3,8 | 3,7 | 490,8 |

Tableau 5

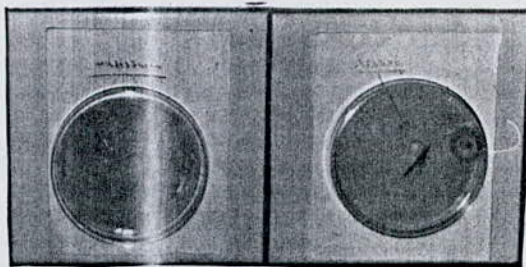
| échantillon | Résidu sec (mg/l) | Matières décantable (ml./l) d'eau | Alcalinité | |
|-------------|----------------------|---|------------------------|-------------------------|
| | | | T _A (méq/l) | T _{Ac} (méq/l) |
| 01/12/86 | 2016 | 12,0 | 4,8 | 13,1 |
| 08/12/86 | 2834 | 15,0 | 4,2 | 44,5 |
| 15/12/86 | 2732 | 8,5 | 0,0 | 14,3 |
| 23/12/86 | 2315 | 11,4 | 4,1 | 7,8 |
| 25/12/86 | 1263 | 10,0 | 4,5 | 5,6 |
| Moyenne | 2232 | 11,4 | / | / |

Tableau 6

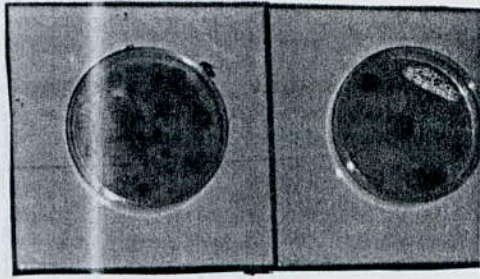
Les photos suivantes présentent le résultat de l'analyse microbiologique. On a détecté des levures, des champignons et des bactéries. Leur mise en évidence est réalisée sur des boîtes de Pétri.



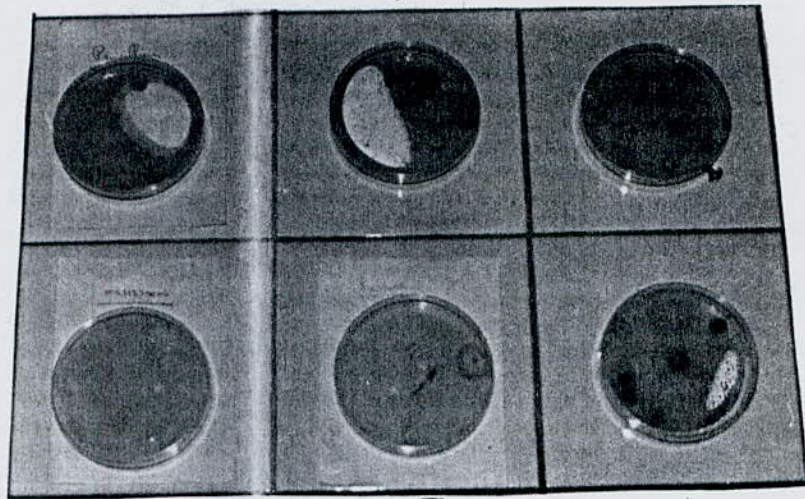
Résultat de 2 échantillons.



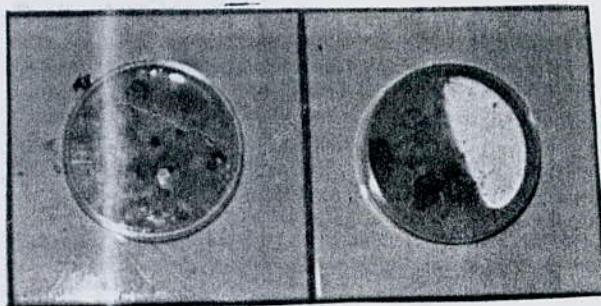
Moisissures (G. Rhizopus) et levures.



Champignons (G.Aspergillus) et bactéries.



Champignons, levures et bactéries.



Champignons (G.Penicillium) et bactéries.

II-INTERPRETATION DES RESULTATS: /

- pH :

Le pH des eaux usées de l'unité varie entre 10 et 12 donc on a affaire à des eaux fortement alcalines.

- DCO et DBO₅ :

D'après le résultat trouvé; on peut dire que ces eaux résiduaires sont très riches en matières organiques biodégradables.

Le rapport $\frac{DCO}{DBO_5}$ exprime la biodégradabilité des substances polluantes et nous informe sur le type de traitement à effectuer.

Pour notre cas, l'effluent peut être facilement épuré par les traitements biologiques. Parfois, on trouve des concentrations très élevées en DCO ou en DBO₅ dues à la présence des composés solubles.

- Azote ammoniacal :

Les valeurs trouvées indiquent que ces eaux résiduaires sont pauvres en Azote ammoniacal. Celui-ci est issu des rejets domestiques car l'urine contient 25 g/l d'urée, 0.6 g/l d'Azote ammoniacal, 0.6 g/l d'acide urique et 1.5 g/l de créatinine. (Rodier)

- Les MES :

La quantité des MES dans les eaux résiduaires de cette usine est variable d'une semaine à une autre. Elles sont riches en restes de drêches,

- Les chlorures :

Les eaux résiduaires de l'unité sont chargées en chlorures. Celles-ci proviennent des produits de désinfection.

- Phosphore :

En se basant sur les valeurs trouvées, on peut dire que ces eaux usées ne sont pas riches en phosphore.

- Température et Oxygène dissous :

La température varie entre 28° et 30°C donc l'Oxygène dissous est très faible et les eaux usées de l'unité sont relativement chaudes, tout en favorisant l'auto-épuration dans les cours d'eau.

- La couleur :

Les eaux résiduaires de l'unité ont généralement une couleur jaunâtre, et elles sont turbides.

- Le test microbiologique :

A l'aide de ce test on peut affirmer que les eaux résiduaires de l'unité contiennent des champignons de deux types: les levures et les moisissures, ainsi que des bactéries.

Leur observation est mise en évidence sur des boîtes de Pétri et sur le microscope biologique au laboratoire de notre département.

- Les sucres et les protéines :

Les sucres et les protéines sont décelables et ils font partie des matières organiques et en plus une partie bien décomposables.

§&§&§&§&§

CHAPITRE. 6

| |
|---|
| <u>CHOIX</u> <u>DU</u> <u>PROCEDE</u> <u>DE</u> <u>TRAITEMENT</u> |
| <u>DES</u> <u>EAUX</u> |

I-NORMES DE REJET

II-CHOIX DU PROCEDE DE TRAITEMENT DES EAUX

III-RECAPITULATIF

Une épuration spéciale des eaux résiduaires, avant déversement en égout ou dans un émissaire, est absolument nécessaire.

I- NORMES DE REJET :

Pratiquement, on ne connaît pas de normes Algériennes propres aux eaux résiduaires industrielles, mais seulement des normes adoptées par quelques centres tel que: l'URBASE et des valeurs retenues par l'ANPE.

Généralement, il s'agit des normes internationales de l'OMS, ou des normes Suisses. (Voir Annexe)

II- CHOIX DU PROCÉDE DE TRAITEMENT DES EAUX RESIDUAIRES :

Pour adopter à un choix devant nos résultats expérimentaux, on a tenu compte des normes de l'OMS, des valeurs suggérées par l'URBASE et les valeurs retenues par l'ANPE. On a pu choisir le procédé d'épuration des eaux usées de l'EMAL, tout en donnant aux responsables le choix suivant:

- 1)-Soit de les traiter avec les eaux usées urbaines communales, ceci exige un prétraitement.
- 2)-Soit de construire caremment une station d'épuration au sein de l'unité.
- 3)-Soit de les utiliser à des fins agricoles après avoir subi un prétraitement .

1) Le prétraitement qu'on a choisi est le suivant:

a) Au niveau de la salle de soutirage:

On doit effectuer :-

- + Une filtration: où on retient les débris de verre et les restes de papier (étiquettes)

+ Une neutralisation: (acidification)

b/ Au niveau du bloc de fabrication de bière (brasserie):

On a affaire à :-

+ Un dégrillage: les eaux résiduaires de l'unité n'étant pas chargées en matières volumineuses, nous avons opté directement pour un dégrilleur fin afin d'éviter les risques de colmatage. Ce dégrilleur arrêtera les matières en suspension ayant des dimensions supérieures à 10mm.

L'eau résiduaire prétraitée est déversée dans les égouts urbains qui vont être conduites jusqu'à la station d'épuration communale.

Le résidu du dégrillage récupéré peut être traité de 2 manières suivantes:-

- Par digestion anaérobie, si la quantité est importante. Dans ce cas on bénéficie d'une source d'énergie "production de gaz " dont la composition est la suivante: ..60% à 75% de méthane;
..20% à 32% de gaz carbonique;
... 1% à 5% d'azote;
..des traces d'hydrogène, d'acide sulfurique et d'oxygène.
- Traités et rendus valorisable à l'aide d'un compostage mélangés avec les ordures ménagères et par la suite utile à des fins agricoles sous forme d'engrais préparé.

Remarque: La teneur en chlorures peut rester dans les normes si on procède à une dilution avec d'autres effluents. Ceci est un des buts de ce prétraitement.

Autre possibilité: On peut procéder de la même façon qu'auparavant mais seulement, la neutralisation peut être exécutée à la sortie de l'usine sur l'effluent liquide tout entier. Il serait préférable: d'éliminer les pollutions aux points de leur rejet.

2) La deuxième solution est la construction d'une station d'épuration au sein de l'unité:

Sachant que les effluents de l'industrie des boissons sont chargés en matières biodégradables, nous avons opté pour le traitement biologique par " boues activées " .

Ce procédé de traitement est avantageux par:

- Le peu de place qu'il occupera
- Le fonctionnement de la station ^{est} assuré avec un minimum de surveillance
- La facilité de son exploitation et de sa maintenance
- Le coût qui est peu élevé par rapport aux autres procédés

Elle comprendra :

- + Une neutralisation : (acidification: il faut éliminer les pollutions aux points de leur rejet) " Voir II-1) a/ "

Prétraitements

- + Dégrilleur " Voir II-1) b/ "
- + Dessableur: C'est important d'éliminer les sables présents dans l'effluent.

Le dessablage permet de résoudre un problème pratique difficile:- Il s'agit de recueillir les **matières** minérales seules, en évitant le dépôt de matières organiques rapidement fermentescibles, qui risqueraient d'être à l'origine de mauvaises odeurs.

Le dessablage concerne les particules minérales de diamètre supérieur à 0.2 mm environ.

Traitement biologique

+ Bassin d'aération: IL est caractérisé, dans notre cas, par:-

- ..une minéralisation et une dégradation très poussée de la matière organique entraînant une quantité minimale de boues en excès (lesquelles sont stables), qui évitent ainsi le dégagement d'odeurs désagréables.
- ..une nitrification généralement importante.
- ..un bon rendement épuratoire dépasse généralement 90%.

+ Décanteur secondaire: Le clarificateur ou décanteur secondaire a pour rôle de séparer l'eau clarifiée de la liqueur de boues activées arrivant du bassin d'activation.

Dilution avec d'autres effluents

Vu que les eaux résiduaires de l'unité sont chargées en chlorures; on procède à une dilution avec d'autres effluents pour rester dans les normes, dont le but est de réduire ou de diminuer cette teneur.

Traitement_des_boues

+ Epaississement: L'épaississeur assure l'élimination de l'eau interstitielle des particules de boues. Il présente les avantages suivants:-

- ..la réduction du volume des boues.
- ..amélioration du rendement de la digestion au cas, où celle-ci est prévue.

+ Incinération_ou_Epandage: Compte tenu du pouvoir fertilisant des boues, celles-ci peuvent être réutilisées comme sous-produit en agriculture.

Les boues contiennent encore de l'eau et des matières fermentescibles qui empêchent une utilisation agricole.

Pour cela; on a envisagé, après épaissement, l'une des 2 opérations suivantes:-

- ..incinération (avec ou sans ordures ménagères) il s'agit de transformer les constituants organiques des boues en produits stables tels que: CO_2 , NO_2 , H_2O , SO_2 , etc...et à évaporer l'eau contenue dans les boues.
- ..épandage: L'épandage des boues sur les sols s'accompagne d'une minéralisation de la matière organique qui conduit à la formation d'humus stable.

3) Le prétraitement prévu pour la 3° solution est le suivant:

a/ Neutralisation:

acidification, " Voir II- 1) a/ " .

b/ Dégrillage:

" Voir II- 1) b/ " .

c/ Dilution avec d'autres effluents:

" Voir II- 2) " .

L'eau est ensuite prête à arroser le sol par Aspersion, qui offre l'avantage d'aérer largement l'effluent.

Elle est utilisée surtout pour les terrains ayant une assez bonne perméabilité.

C'est un des procédés les moins couteux.

Remarque: Cette technique est actuellement interdite pour les effluents non désinfectés.

III- RECAPITULATIF: /

1) La variante n°1:

a/ Une filtration

b/ Une neutralisation

c/ Un dégrillage

d/ Dilution avec une eau usée urbaine

----> vers la station d'épuration
communale.

e/ Traitement du résidu du dégrillage:-

-digestion anaérobie

-compostage(avec les ordures
ménagères).

2) La variante n°2:"boues activées à faible charge"

a/ Une neutralisation

b/ Prétraitements:-

-dégrillage

-dessablage

c/ Traitement biologique:-

-bassin d'aération

→décantation secondaire

d/ Dilution avec d'autres effluents

e/ Traitement des boues:-

-épaississement

-épandage ou incinération .

3) La variante n°3:

a/ Neutralisation

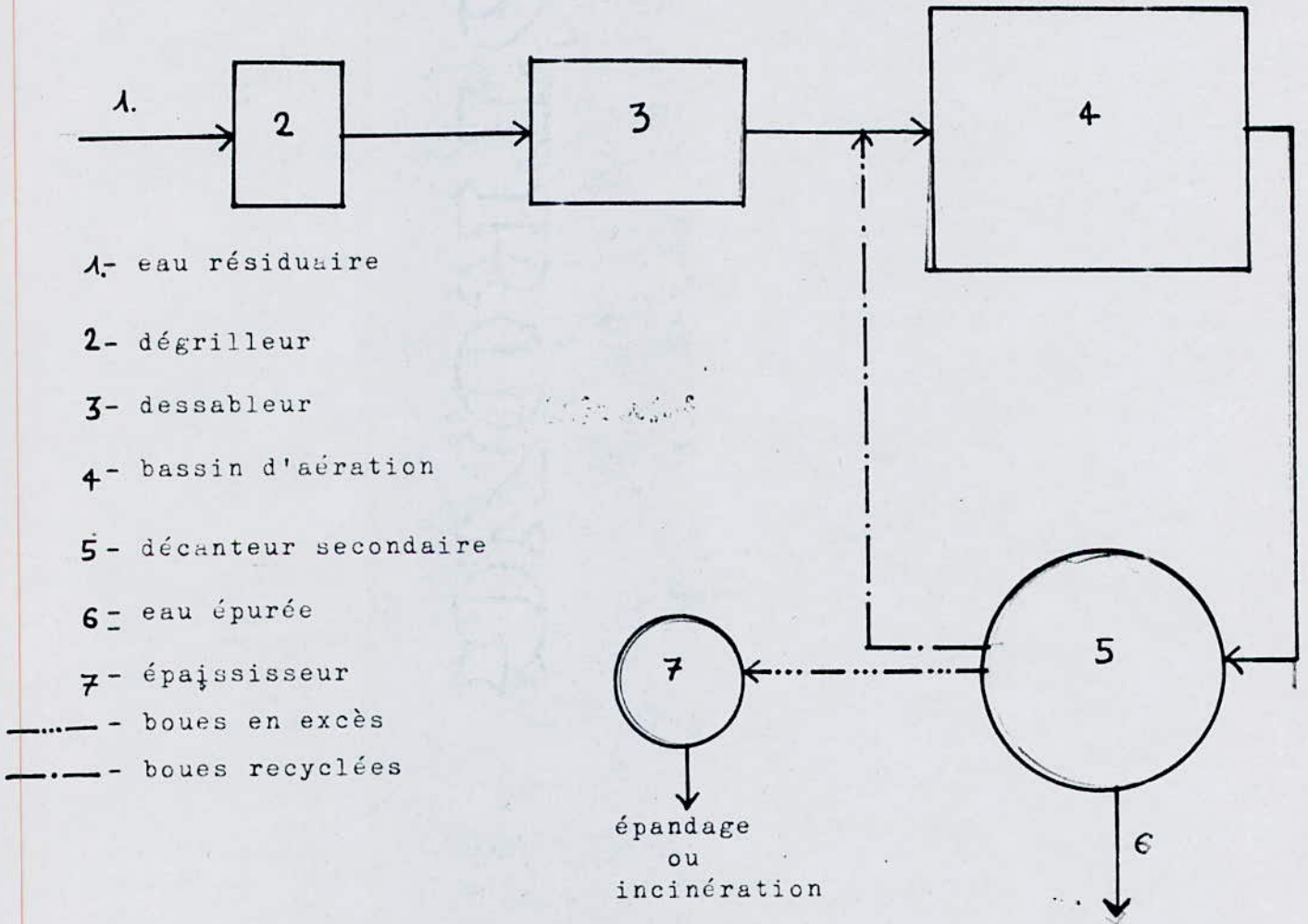
b/ Dégrillage

c/ Dilution avec d'autres effluents

d/ Irrigation par aspersion.

Remarque: Pour l'effluent épuré ou utilisé à des fins agricoles, on effectue une désinfection qui est réalisée seulement en fonction des résultats fournis par l'analyse microbiologique.

Schéma de la station d'épuration " variante n°2 "



§&§&§&§&§

CHAPITRE. 7

DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

- I-CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES
- II-COMPOSITION DES MES
- III-CALCUL DES CHARGES POLLUANTES
- IV-PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT
- V-DIMENSIONNEMENT

Dans ce chapitre, le calcul technique suivant permet de dimensionner les différents ouvrages de la station d'épuration des eaux résiduaires de l'unité.

I-CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES: /

Sachant que le volume mensuel consommé par l'usine est de 32775 m³, on calculera le volume journalier Q_j :

$$Q_j = \frac{32775}{30} = 1092,5 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_j = \frac{\text{Volume consommé mensuellement}}{\text{Nombre de jours du mois}}$$

1) Le débit d'eau résiduaire:

Le volume journalier des eaux usées est estimé à 80% du volume des eaux consommées;

$$Q_{jer} = \frac{1092,5 \cdot 80}{100} = 874 \text{ m}^3/\text{j} .$$

2) Calcul de l'équivalent habitant:

On prend pour base le chiffre suivant
54 gDBO₅/jour/habitant (chiffre indiqué par Imhoff)

Durant la période des prélèvements la DBO₅ maximale est de 458 mg/l soit 0,458 Kg/m³ (on prend approximativement 0,50 Kg/m³).

On déterminera la charge en DBO₅ par jour, sachant que le débit des eaux usées Q_{jer} = 874 m³/j,

$$L = Q_{jer} \cdot DBO_5 = 874 \cdot 0,5 = 437 \text{ KgDBO}_5/\text{j}$$

$$L = 437 \text{ KgDBO}_5/\text{j}$$

Le nombre d'équivalent habitant sera égal à:

$$nEq \text{ hab} = \frac{L \cdot 10^3}{54} = \frac{437 \cdot 10^3}{54} = 8092,59 \approx 8093$$

$$nEq \text{ hab} = 8093$$

3) Le débit moyen:

Connaissant le débit journalier des eaux résiduaires, on calculera le débit moyen:

$$Q_m = \frac{Q_{jer}}{24} = \frac{874}{24} = 36,42 \text{ m}^3/\text{h} = 10,12 \text{ l/s} .$$

4) Le débit diurne:

Pour marquer la pointe organique,

Pour le dimensionnement de certains ouvrages, on le calcule:

$$Q_d = \frac{Q_{jer}}{16} = \frac{874}{16} = 54,63 \text{ m}^3/\text{h}$$

5) Le débit de pointe par temps sec:

$$Q_p = C_p \cdot Q_m \quad \text{où } Q_m : \text{débit moyen en l/s}$$

C_p : coefficient de pointe donné par l'expression suivante:

$$\begin{cases} C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}} & \text{pour } Q_m > 2,8 \text{ l/s} ; \\ C_p = 3 & \text{si } Q_m < 2,8 \text{ l/s} . \end{cases}$$

$$Q_m = 10,12 \text{ l/s} \implies C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{10,12}} = 2,29$$

$$\text{d'où } Q_p = C_p \cdot Q_m = 2,29 \cdot 10,12 = 23,13 \text{ l/s} = 83,26 \text{ m}^3/\text{h} .$$

$$Q_p = 83,26 \text{ m}^3/\text{h} = 23,13 \text{ l/s} .$$

II-COMPOSITION DES MES: /

Les MES sont composées de 80% de matières volatiles en suspension (MVS) et de 20% de matières minérales (MM)

MES = 40 Kg/j seront composées de:

$$\begin{aligned} \text{MVS} &= 40 \cdot 0,8 = 32 \text{ Kg/j} \\ \text{et MM} &= 40 \cdot 0,2 = 8 \text{ Kg/j} . \end{aligned}$$

III-CALCUL DES CHARGES POLLUANTES: /

Les valeurs moyennes de DBO_5 et MES sont de l'ordre de:

$$\begin{aligned} \text{DBO}_5 &= 265,8 \approx 266 \text{ mg/l} \\ \text{MES} &= 44,5 \approx 45 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Ces charges polluantes auront les valeurs suivantes:

$$\begin{aligned} \text{DBO}_5 &= 874 \cdot 266 = 232 \text{ Kg/j} \\ \text{MES} &= 874 \cdot 45 = 39 \text{ Kg/j} \approx 40 \text{ Kg/j} . \end{aligned}$$

IV-PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT: /

Les caractéristiques nécessaires pour le dimensionnement de la station d'épuration sont réunies dans le tableau suivant:

| Désignation | Données caractéristiques |
|---|--------------------------|
| Nombre d'équivalent habitant | 8093 |
| Volume des eaux résiduaires (m^3/j) | 874 |
| DBO_5 (Kg/j) | 232 |
| DBO_5 (mg/l) | 266 |
| MES (Kg/j) | 40 |
| MES (mg/l) | 45 |

Tableau 7
=====

V-DIMENSIONNEMENT: /

1) Prétraitements :

a/ Dégrilleur:

L'effluent arrivera dans un canal muni d'une grille courbe automatique.

La vitesse maximale de passage de l'eau à travers la grille doit être de l'ordre de 0,60 à 1,00 m/s .

En débit maximal, elle peut atteindre 1,40 m/s (Degremont).

- Calcul de la largeur de la grille:

$$\text{La formule } S = \frac{h_{\max} \cdot l \cdot (1 - \beta) \cdot \delta}{\sin \alpha} = \text{ donne la}$$

$$\text{largeur } l = \frac{S \cdot \sin \alpha}{h_{\max} \cdot (1 - \beta) \cdot \delta}$$

où S : surface de la grille (minimale)

α : angle d'inclinaison de la grille $\alpha = 60^\circ$

h_{\max} : hauteur maximale d'eau dans le canal, on la fixe à 0,70 m

β : fraction de surface occupée par les barreaux, elle est donnée par la formule suivante:-

$$\beta = \frac{e}{e + \epsilon} \quad \text{avec } \epsilon: \text{ épaisseur des barreaux, } \epsilon = 10\text{mm}$$

e: espacement entre les barreaux

fixé à e = 10mm

δ : est le colmatage de la grille,

$$\delta = \begin{cases} 0,5 & \text{pour un dégrillage automatique} \\ 0,25 & \text{pour un dégrillage manuel} \end{cases} \quad (22)$$

$$\beta = \frac{10}{10+10} = 0,50 ,$$

Le coefficient du vide sera égal à:

$$1 - \beta = 1 - 0,50 = 0,50$$

-Calcul de la surface minimale de la grille:-

$$S = \frac{Q_p}{V_e} \quad \text{où } Q_p : \text{ le débit de pointe}$$

S : surface minimale de la grille
 V_e : vitesse maximale de passage de l'eau,
on prend $V_e = 0,70 \text{ m/s}$

On aura donc:

$$S = \frac{83,26}{3600 \cdot 0,70} = 0,033 \text{ m}^2$$

$$l = \frac{0,033 \cdot \sin 60^\circ}{0,70 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 0,163 \text{ m} = 16,3 \text{ cm}$$

-La longueur mouillée de la grille:

Elle est égale au rapport entre la hauteur h_{\max} dans le canal et le sinus de l'angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontale,

$$L = \frac{h_{\max}}{\sin \alpha} = \frac{0,70}{\sin 60^\circ} = 0,81 \text{ m}$$

Caractéristiques de la grille:

| | |
|-----------------------------|---|
| $h_{\max} = 0,70 \text{ m}$ | $e = 10 \text{ mm}$ |
| $V_e = 0,70 \text{ m/s}$ | $l = 0,163 \text{ m} = 16,3 \text{ cm}$ |
| $\epsilon = 10 \text{ mm}$ | |

-Le volume de débris retenus:

Il est donné par $V(1/\text{hab.an}) = \frac{12 \text{ à } 15}{e}$, e en cm

on a $e = 10 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$ $\rightarrow V = \frac{12 \text{ à } 15}{1} = 12 \text{ à } 15 \text{ l/hab.an}$

-Le refus journalier:

$$\text{Il sera de: } \frac{12}{365} \cdot 8093 = 266 \text{ l/j}$$

Le résidu du dégrillage sera envoyé à la décharge publique après égouttage.

b/ Dessableur:

Dans le dessableur, une vitesse d'écoulement de 0,20 m/s permet le dépôt de la majeure partie des sables dans un temps de séjour d'environ 1 mn et une charge hydraulique maximale variant de 30 à 70 m³/m².h .

On adopte $V_e = 0,20$ m/s (Vitesse de passage de l'eau ou vitesse d'écoulement)

$V_s = 2,00$ cm/s = 0,02 m/s (Vitesse de sédimentation)

$$Q_p = 83,26 \text{ m}^3/\text{h}$$

-La surface verticale:-

$$S_v = \frac{Q_p}{V_e} = \frac{83,26}{0,20 \cdot 3600} = 0,12 \text{ m}^2$$

-La surface horizontale:-

$$S_h = \frac{Q_p}{V_s} = \frac{83,26}{0,02 \cdot 3600} = 1,16 \text{ m}^2$$

-La largeur du dispositif:-

En fixant la hauteur h d'eau

dans le canal à 0,12m= 12cm ,

$$l = \frac{S_v}{h} = \frac{0,12}{0,12} = 1 \text{ m}$$

-La longueur du dispositif:-

$$L = \frac{S_h}{l} = \frac{1,16}{1} = 1,16 \text{ m} \approx 1,5 \text{ m}$$

Caractéristiques du dessableur:

surface verticale : l . h = 0,12m²; largeur : l = 1 m
surface horizontale: L . l = 1,5 m²; Longueur: L = 1,5m
hauteur : h = 0,12m .

-Calcul de la charge hydraulique:-

$$C_h = \frac{Q_p}{S_h} = \frac{83,26}{1,5} = 56 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

-Calcul du temps de séjour:-

$$t_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{L \cdot l \cdot h}{Q_p} = \frac{1,5 \cdot 1 \cdot 0,12 \cdot 60}{83,26} = 0,13 \text{ mn}$$

$$t_s = 0,13 \text{ mn} = 7,78 \text{ s} \approx 8 \text{ s}$$

--La quantité des matières éliminées par le dessableur:-

A l'entrée du dessableur, la quantité des MES est de 40 Kg/j. Elle contient:

$$\begin{aligned} 80\% \text{ de MVS} &= \dots\dots\dots 40 \cdot 0,80 = 32 \text{ Kg/j (MVS)} \\ 20\% \text{ de MM} & \dots\dots\dots 40 \cdot 0,20 = 8 \text{ Kg/j (MM)} \end{aligned}$$

Sachant que le dessableur a un rendement de 80% sur les MM, donc la quantité des MES retenue dans le dessableur sera:

$$\text{MES}_{\text{ret}} = 8 \cdot 0,80 = 6,4 \text{ Kg/j}$$

La quantité des MM restante dans l'eau sera de:

$$\text{MM}_{\text{rest}} = 8 - 6,4 = 1,6 \text{ Kg/j c'est la quantité entrante dans le bassin d'aération.}$$

-La quantité totale des MES non éliminée:-

$$\text{MES} = \text{MVS} + \text{MM}_{\text{rest}} = 32 + 1,6 = 33,6 \text{ Kg/j}$$

L'extraction des boues sableuses se fera par transport hydraulique vers une trémie. Elles seront ensuite évacuées vers la décharge publique après égouttage.

2) Traitement biologique :

a/ Bassin d'aération:

A l'entrée du bassin d'aération, l'effluent aura les caractéristiques suivantes:

| Désignation | DBO ₅ | MES |
|---|------------------|-------|
| Charge des eaux brutes (Kg/j) | 232 | 40 |
| Charge retenue dans le dessableur (Kg/j) | / | 6,4 |
| Charge à l'entrée du bassin d'aération (Kg/j) | 232 | 33,6 |
| Concentration (mg/l) | 266 | 38,44 |

Tableau 8

-Les paramètres de dimensionnement sont:-

$$\left. \begin{array}{l} 0,07 < C_m < 0,20 \\ 0,35 < C_v < 0,60 \end{array} \right\} \text{ pour le système à faible charge}$$

t_s peut atteindre 24 heures

DBO₅ à l'entrée du bassin est: $L_0 = 232 \text{ Kg/j}$

Le rendement dépasse généralement 90%

On fixera:

-La charge massique $C_m = \frac{L_0}{S \cdot V} = 0,1 \text{ KgDBO}_5/\text{KgMVS.j}$

-La charge volumique $C_v = \frac{L_0}{V} = 0,45 \text{ KgDBO}_5/\text{m}^3.\text{j}$

-Le volume du bassin d'aération:-

$$\text{On a } C_v = \frac{L_0}{V} \quad \text{d'où } V = \frac{L_0}{C_v}$$

où C_v : la charge volumique

L_0 : DBO₅ à l'entrée du bassin d'aération

V : volume du bassin

$$V = \frac{L_o}{C_v} = \frac{232}{0,45} = 516 \text{ m}^3$$

-La surface du bassin:-

La hauteur du bassin varie de

$3 < h \leq 5 \text{ m}$. On la fixe à $h = 4 \text{ m}$

$$S = \frac{V}{h} = \frac{516}{4} = 129 \text{ m}^2$$

$$S = L \cdot l = 129 \text{ m}^2$$

-Les dimensions du bassin:-

Pour avoir une bonne

homogénéisation, les variations du rapport soient: $\frac{L}{l} = 2,5+5$.

Nous fixerons $\frac{L}{l} = 4$ d'où $L = 4l$

$$S = L \cdot l = 4l \cdot l = 4l^2 \implies l^2 = \frac{S}{4} \implies l = \sqrt{\frac{S}{4}}$$

$$l = \sqrt{\frac{129}{4}} = 5,68 \text{ m} \implies l = 6 \text{ m}$$

$$\text{donc } L = \frac{S}{l} = \frac{129}{6} = 21,5 \text{ m}$$

-Calcul du temps de séjour:-

$$\text{Sur } Q_m : t_s = \frac{V}{Q_m} = \frac{516}{36,42} = 14,16 \text{ h} \implies t_s = 15 \text{ h}$$

$$\text{Sur } Q_p : t_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{516}{83,26} = 6,19 \text{ h} \implies t_s = 7 \text{ h}$$

Caractéristiques du bassin d'aération:

| | | |
|---------------------|------------|----------------|
| surface horizontale | : S = 129 | m ² |
| volume | : V = 516 | m ³ |
| longueur | : L = 21,5 | m |
| largeur | : l = 6 | m |
| hauteur | : h = 4 | m |

-Détermination de la masse de MVS contenue dans le bassin d'activation:-

La teneur en MVS en Kg/m^3 est

$$S_v = X_r = \frac{C_v}{C_m} = \frac{0,45}{0,10} = 4,5 \text{ KgMVS}/\text{m}^3$$

Donc la masse des MVS contenues dans le bassin est:

$$X'_t = S_v \cdot V = 4,5 \cdot 516 = 2322 \text{ Kg}$$

§ L'AERATION : §

-Les besoins en oxygène:-

Les microorganismes aérobie^{ne}s transforment la matière organique nécessaire à leurs croissance qu'en présence d'oxygène.

Théoriquement, les besoins en oxygène sont évalués par la formule suivante:

$$q_{O_2}/t = a' \cdot L_e + b' \cdot X'_t$$

a' et b' : coefficients respirométriques

L_e : pollution (DBO_5) éliminée

X'_t : masse des MVS contenues dans le bassin

Ayant fixé $C_m = 0,1 \text{ KgDBO}_5/\text{KgMVS.j}$, les valeurs des coefficients a' et b' seront:

$$a' = 0,66 \text{ Kg d'O}_2/\text{KgDBO}_5$$

$$b' = 0,09 \text{ Kg d'O}_2/\text{KgMVS.j}$$

$$L_e = L_o - L_f = 232 - L_f \text{ où } L_f: \text{norme de rejet fixée}$$

$$\text{à } 20 \text{ mg/l} = 0,02 \text{ Kg}/\text{m}^3$$

donc

$$L_e = 232 - (0,02 \cdot 874) = 214,52 \text{ Kg/j}$$

$$X'_t = S_v \cdot V = 4,5 \cdot 516 = 2322 \text{ Kg/j}$$

-La quantité d'oxygène à fournir théoriquement sera égale à :

$$\begin{aligned} q_{O_2}/t &= 0,66 \cdot 214,52 + 0,09 \cdot 2322 = 350,56 \text{ Kg d'O}_2/\text{j} \\ &= 350,56 \text{ Kg d'O}_2/\text{j} \end{aligned}$$

-La quantité théorique d'oxygène par heure :

$$q_{O_2}/h = \frac{350,56}{24} = 14,61 \text{ Kg d'O}_2/\text{h}$$

-La quantité théorique horaire à fournir en pointe:-

En Considérant dans le calcul suivant que la DBO_5 est éliminée pendant 18h et que le métabolisme endogène s'effectue en permanence.

On aura:

$$\begin{aligned} q_{O_2}/p_{\max} &= a \cdot \frac{L_e}{18} + b \cdot \frac{X'_t}{24} \\ &= \frac{0,66 \cdot 214,52}{18} + \frac{0,09 \cdot 2322}{24} = 16,57 \text{ Kg d'O}_2/\text{h} \\ &= 16,57 \text{ Kg d'O}_2/\text{h} \end{aligned}$$

-Le passage aux conditions réelles d'utilisation:-

Il s'effectue à l'aide d'un coefficient correctif "T = 0,7", qui est appliqué à la valeur théorique de la quantité d'oxygène à fournir.

Donc la quantité d'oxygène à fournir réellement sera:

$$\begin{aligned} q_{O_2}/j &= \frac{q_{O_2}/t}{T} = \frac{350,56}{0,7} = 500,80 \text{ Kg d'O}_2/\text{j} \\ &= 500,80 \text{ Kg d'O}_2/\text{j} \text{ soit: } 20,87 \text{ Kg d'O}_2/\text{h} . \end{aligned}$$

- La quantité d'oxygène réelle nécessaire en pointe:-

$$q_{O_2}/h = \frac{q_{O_2}/p}{T} = \frac{16,57}{0,7} = 23,67 \text{ Kg d'O}_2/h .$$

Les aérateurs:-

Le bassin d'aération sera équipé par des aérateurs de surface. Ils ont un rendement d'oxygène variant de 1,7 à 2,4 Kg d'O₂/kW.h ⁽¹³⁾

On prendra : $R = 2 \text{ Kg d'O}_2/\text{kW.h}$
En moyenne:-

La puissance à fournir pour le transfert de l'oxygène:

$$P_{t0} = \frac{q_{O_2}/h}{R} = \frac{14,61}{2} = 7,31 \text{ kW}$$

La puissance à fournir pour le brassage:

$$P_b = 0,03 \cdot V = 0,03 \cdot 516 = 15,48 \text{ kW}$$

La puissance totale à fournir:

$$P_t = P_{t0} + P_b = 7,31 + 15,48 = 22,79 \text{ kW}$$

En pointe:-

De même on aura

$$P_{t0} = \frac{q_{O_2}/p_{\max}}{R} = \frac{16,57}{2} = 8,29 \text{ kW}$$

$$\text{donc } P_t = P_{t0} + P_b = 8,29 + 15,48 = 23,77 \text{ kW}$$

Pour satisfaire les besoins en oxygène, l'air insufflé dans le bassin sera soumis à une agitation mécanique.

La détermination du débit d'air à fournir:

Sachant que 1,29 Kg d'air occupe un volume de 1 m³;

En moyenne:-

$$7,31 \cdot \frac{100}{5} \cdot \frac{1}{1,29} = 113,33 \text{ m}^3 \text{ d'air/h}$$

En pointe:-

$$8,29 \cdot \frac{100}{5} \cdot \frac{1}{1,29} = 128,53 \text{ m}^3 \text{ d'air/h}$$

Le rendement de l'oxygénation étant de l'ordre de 5% .

Le débit d'air par unité de volume est:

En moyenne:-

$$\frac{113,33}{516} = 0,22 \text{ m}^3 \text{ d'air/m}^3 \cdot \text{h}$$

En pointe:-

$$\frac{128,53}{516} = 0,25 \text{ m}^3 \text{ d'air/m}^3 \cdot \text{h}$$

Le rendement épuratoire:-

$$r = \frac{L_o - L_f}{L_o} =$$

où L_o : pollution initiale 266 mg/l

L_f : pollution finale 20 mg/l

$$r = \frac{266 - 20}{266} = 92\%$$

§ LES BOUES SECONDAIRES ; §

Il s'agit des boues secondaires en excès qui seront envoyées vers le traitement des boues.

Dans notre cas elles sont issues du clarificateur.

La quantité de boues extraites du décanteur secondaire est exprimée par la relation suivante:

$$\Delta X = X_{\min} + X_{\text{dur}} + a_m \cdot L_e - b \cdot X_t - X_{\text{eff}}$$

où ΔX : quantité des boues en excès (Kg/j)

- a_m : le taux de conversion de la DBO_5 en matières vivantes MVS ($kgMVS/kgDBO_5$)
- L_e : pollution organique éliminée (kg/j)
- $a_m \cdot L_e$: boues synthétisées (kg/j)
- b : coefficient de respiration endogène (j^{-1})
- X'_t : masse des MVS contenues dans le bassin d'aération (kg/j)
- $b \cdot X'_t$: quantité de boues détruites par respiration endogène (kg/j)
- X_{min} : boues minérales non modifiées par leur passage dans l'épuration biologique (kg/j)
- X_{dur} : matières volatiles en suspension difficilement biodégradables, X_{dur} est évaluée à 30% de MVS (kg/j)
- X_{eff} : boues éliminées avec l'effluent (kg/j)

A l'entrée du bassin d'aération:

$$MES = 40 \text{ kg/j} \implies \begin{cases} MVS = 32 \text{ kg/j} \\ MM = 8 \text{ kg/j} \end{cases}$$

$$X_{min} = 8 \text{ kg/j}$$

$$X_{dur} = 30\%MVS = 0,30 \cdot 32 = 9,6 \text{ kg/j}$$

$$a_m \cdot L_e = 0,79 \cdot 214,52 = 169,47 \text{ kg/j}$$

$$\frac{b'}{b} = 1,42 \implies b = \frac{b'}{1,42} = \frac{0,09}{1,42} = 0,063$$

$$b \cdot X'_t = 0,063 \cdot 2322 = 146,29 \text{ kg/j}$$

On considère que la quantité des boues éliminées avec l'effluent est négligeable, donc:-

$$\Delta X = 8 + 9,6 + 169,47 - 146,29 = 40,78 \text{ kg/j}$$

Les boues seront extraites du décanteur secondaire avec une concentration X_r telle que:-

$$X_r = \frac{1200}{I_M}$$

où I_M : l'indice de Mohlman caractérisant la décantation d'une boue (cm^3/mg)

L'indice de Mohlman est compris entre 80 et 150 pour une bonne décantabilité; nous prendrons $I_M = 100 \text{ cm}^3/\text{mg}$

$$X_r = \frac{1200}{100} = 12 \text{ g/l}$$

d'où le volume de boues à extraire journalièrement est:-

$$V_b = \frac{\Delta X}{X_r} = \frac{40,78}{12} = 3,40 \text{ m}^3/\text{j}$$

-Recirculation des boues:-

Elle a pour but le maintien d'une concentration constante en biomasse dans le bassin d'aération.

Le taux de recirculation est exprimé par:-

$$R = \frac{1}{C - 1}$$

où C : le taux de concentration $C = \frac{X_r}{X'_r}$

X'_r : concentration en MES à l'intérieur du bassin

$$X'_r = \frac{4,5}{0,80} = 5,63 \text{ g/l} \quad (\text{les MES contiennent } 80\% \text{ de MVS)}$$

$$C = \frac{12}{5,63} = 2,13$$

$$R = \frac{1}{2,13 - 1} = 88\% \quad , \quad \text{les boues doivent être}$$

recirculées à : 88% .

Les débits de recirculation:-

$$\text{En moyenne: } Q_m^R = R \cdot Q_m = 0,88 \cdot 36,42 = 32,05 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{En pointe: } Q_p^R = R \cdot Q_p = 0,88 \cdot 83,26 = 73,27 \text{ m}^3/\text{h}$$

-Age des boues:-

Il exprime la durée d'aération moyenne pendant laquelle la biomasse est maintenue sous aération.

C'est le rapport entre les boues totales et la production de boues dans le bassin:

$$G = \frac{X_t}{\Delta X} = \frac{2322}{40,78} = 56,94 \text{ j} \cong 57 \text{ j}$$

Les boues **sont** vieilles, cela indique qu'elles sont minéralisées. Elles ont donc subi une bonne dégradation.

-Poste de pompage ou de reprise des boues:-

Le rôle de ce poste est d'emmagasiner et de distribuer les boues secondaires.

Boues de recirculation:

Sachant que le débit de recirculation maximal est de $73,27 \text{ m}^3/\text{h}$ soit $20,35 \text{ l/s} \cong 211/\text{s}$.

On utilisera une pompe à vis dont le débit variant de 0 à 25 l/s .

Boues en excès:

Les boues secondaires en excès ayant un débit de $3,40 \text{ m}^3/\text{h}$ soit $0,94 \text{ l/s}$ seront envoyées vers l'épandeur au moyen d'une pompe à vis de débit de 0 à $51/\text{s}$ environ.

On doit toujours disposer de pompes de secours de caractéristiques identiques.

b/ Décanteur secondaire:

On fixe le temps de séjour à 2h et la hauteur à $H_d = 2m$ d'où la vitesse ascensionnelle

$$v_a = \frac{2}{2} = 1 \text{ m/h est bien comprise entre } 0,85$$

et 1,9 m/h.

Le débit à traiter est $Q' = Q_m + R \cdot Q_m$

$$Q' = 36,42 + 32,05 = 68,47 \text{ m}^3/\text{h}$$

-Volume du clarificateur:-

$$V_d = 68,47 \cdot 2 = 136,94 \text{ m}^3$$

-Surface du décanteur:-

$$S_d = \frac{V_d}{H_d} = \frac{136,94}{2} = 68,47 \text{ m}^2$$

-Diamètre du clarificateur:-

$$S_d = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \implies D = \sqrt{\frac{4S_d}{\pi}} = 9,34 \text{ m}$$

-Calcul du temps de séjour:-

Sur : $Q' \quad t_s = \frac{V_d}{Q'} = 2 \text{ h}$

En moyenne : $Q_m \quad t_s = \frac{V_d}{Q_m} = 3,76 \text{ h}$

En pointe : $Q_p \quad t_s = \frac{V_d}{Q_p} = 1,64 \text{ h}$

Caractéristiques du décanteur secondaire:

| | | |
|----------|--------|-------------------|
| Hauteur | 2 | m |
| Diamètre | 9,34 | m \approx 9,5 m |
| Surface | 68,47 | m ² |
| Volume | 136,94 | m ³ |

-Calcul des charges hydrauliques:-

$$\text{Sur : } Q' \quad C_h = \frac{Q'}{S_d} = 1 \quad \text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

$$\text{Sur : } Q_m \quad C_h = \frac{Q_m}{S_d} = 0,53 \quad \text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

$$\text{Sur : } Q_p \quad C_h = \frac{Q_p}{S_d} = 1,22 \quad \text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

Le décanteur secondaire devra être muni de dispositifs de succion pour l'extraction des boues.

3) Traitement des boues:

a/ Bilan des boues:

Les boues provenant des décanteurs secondaires:-

40,78 kg/j dont 32,78 kg/j et 8 kg/j
en (MVS) en (MM).

Les boues secondaires seront extraites à une concentration de 12 g/l ;

d'où

$$V_{B/j} = \frac{40,78}{12} = 3,40 \quad \text{m}^3/\text{j} .$$

b/ Épaisseur:

Les boues extraites subiront un traitement comprenant l'épaississement qui réduira leur volume.

Pour notre cas, considérant la charge spécifique C_s qui est le rapport de la quantité des boues à traiter par m^2 de l'épaisseur.

On adopte $C_s = 30 \text{ kg MS/m}^2 \cdot \text{j}$; selon Degrémont la concentration possible en Matières Sédimentables est 30 g/l .

-Volume journalier des boues épaissies:-

$$V_{Bé} = \frac{40,78}{30} = 1,36 \text{ m}^3/\text{j}$$

On prendra le temps de séjour égal à 1 jour, $t_s = 1 \text{ j}$,

-Volume de l'épaississeur:-

$$V_é = V_{B/j} ; t_s = 3,40 \cdot 1 = 3,40 \text{ m}^3$$

-Surface de l'épaississeur:-

$$S_é = \frac{V_é}{H_é}$$

où $H_é$: la hauteur de l'épaississeur

On prendra $H_é = 1,5 \text{ m}$

$$S_é = \frac{3,40}{1,5} = 2,27 \text{ m}^2$$

-Diamètre de l'épaississeur:-

$$S_é = \frac{\pi \cdot D_é^2}{4} \implies D_é = \sqrt{\frac{4S_é}{\pi}} = 2,89 \text{ m}$$

Caractéristiques de l'épaississeur:

| | |
|----------|-----------------------|
| Hauteur | 1,50 m |
| Diamètre | 2,89 m \cong 3,00 m |
| Surface | 2,27 m ² |
| Volume | 3,40 m ³ |

§§§§§§§§

CONCLUSION

ET

RECOMMANDATIONS

I- CONCLUSION : /

Ce travail nous a permis d'étudier les rejets de la SNEMA selon le plan suivant:

1) Du fait que la pollution peut être provoquée par les rejets dans l'atmosphère ou par les déchets solides, nous avons essayé de bien positionner le problème.

2) D'une manière globale, on a cité dans les généralités les différentes caractéristiques des eaux résiduaires de l'industrie des boissons (origine, composition, effets,), ainsi que les procédés d'épuration de ces eaux résiduaires prouvés jusqu'ici.

3) En quelques points, on a essayé de débiter par un historique sur l'EMA, suivi par une présentation générale de celle-ci (produits utilisés, procédés de fabrication, définition des constituants de ces boissons, et l'origine et le rôle de l'eau dans l'unité).

4) On a désigné les facteurs déterminants en précisant leur impact sur l'environnement.

5) Les résultats expérimentaux de quelques analyses sont donnés dans des tableaux, suivi d'une interprétation correspondante à chaque facteur.

6) En tenant compte des normes de rejet figurées dans les annexes, les résultats des analyses nous ont conduits à proposer trois variantes au choix dont l'un est le traitement biologique par " boues activées à faible charge " pour épurer ces eaux. Il existe d'autres qui ne sont pas valables du point de vue économique.

7) On a dimensionné seulement les ouvrages de la deuxième variante où il s'agira d'installer une station d'épuration.

Mais en ce qui concerne le traitement des boues: vu que le volume trouvé est relativement moins important, il serait préférable de les traiter avec les boues (non-toxiques) des autres unités dans une station de traitement de boues commune, ou bien de les mélanger avec les ordures ménagères qui passeront au compostage.

II- RECOMMANDATIONS : /

1) Concernant l'unité:-

a/ Récupération totale des drêches et levures qui seront utilisés comme aliment pour le bétail.

b/ Récupération des résidus de houblon qui seront utilisés en partie comme engrais, d'autre partie comme matière première complémentaire dans l'industrie des papiers.

2) Concernant la station d'épuration:-

a/ Vu que les eaux de rejets sont relativement pauvres en azote et en phosphore, il faut ensemercer le bassin d'activation par des boues urbaines.

b/ Mise en place d'un laboratoire afin de mieux gérer et contrôler la station.

§&§&§&§&§

ANNEXES

NORMES DE REJET : /

Tableau 9: Valeurs retenues par l'ANPE

| Facteur | Concentrations limites des rejets |
|------------------|-----------------------------------|
| pH | 6,5 à 8,5 |
| T | 30°C |
| Détergents | 1 mg/l |
| Phosphate | 2 mg/l |
| MES | 20 mg/l |
| DBO ₅ | 30 mg/l |
| DCO | 90 mg/l |

Tableau 10: Concentrations limites pour le déversement
(Normes Suisses)⁽¹⁴⁾

| Paramètre | Objectif de qualité des eaux de surface | Qualité des effluents rejets dans les eaux de surface |
|------------------|---|---|
| T | Max 25°C | Max: 30°C |
| pH | pH Naturel | 6,5 à 8,5 |
| Oxygène | 6mg/l | 6mg/l dans le milieu récepteur |
| Phosphate total | très faible inférieur à 0,5mg/l | inférieur à 1 |
| DBO ₅ | 4 mg/l | 20 mg/l |

Tableau 11: Concentrations limites du rejet après traitement adoptées par l'URBASE

| Facteur | Valeurs limites (maximales) |
|------------------|-----------------------------|
| pH | 6,5 à 8,5 |
| T | 30°C |
| MES | 20 mg/l |
| DBO ₅ | 30 mg/l 20/24 HEURES |
| DCO | 90 mg/l 60/24 " " |
| Phosphates | 2 mg/l |

Tableau 12: Normes de l'OMS

| Facteurs | Valeurs limites |
|------------------|-----------------|
| T | 30°C |
| pH | 6,5 à 8,5 |
| DBO ₅ | 30 mg/l |
| DCO | 90 mg/l |
| MES | 20 mg/l |
| Phosphate | 2 mg/l |

+Détermination des MES : (14)

La détermination des MES dans l'eau peut se faire par filtration ou par centrifugation. La méthode qui nous a permis de déterminer les MES lors de nos analyses est la méthode par filtration.

Principe:- L'eau est filtrée et le poids de matières (séchées à 105°C) retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

+Détermination des MVS : (17)

Les MES sont ensuite chauffées à 500-600°C, les matières volatiles disparaissent, la perte de poids est attribuée aux MVS (g ou mg/l).

+Détermination de la DCO : (14)

Principe:- Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de bichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer ferreux et d'ammonium.

+Détermination de la DBO₅ : (25)

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.

+Détermination des chlorures : (15)

Principe:- Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

+ Dosage des phosphates :

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage colorimétrique. Le développement de la coloration est accéléré par l'utilisation d'un catalyseur, tartrate double d'antimoine et de potassium.

+ Dosage de l'azote ammoniacal : (24)

par la méthode du bleu d'indophénol; en utilisant le nitroprussiate de sodium comme catalyseur pour augmenter la vitesse de la réaction donc le rendement.

Nous avons effectué les lectures au spectrophotomètre. La courbe d'étalonnage établie préalablement-densité optique en fonction de la concentration en azote ammoniacal en mg/l -nous a permis de tirer la valeur de l'effluent.

Les lectures ont été effectuées à la longueur d'onde 630nm. nous avons porté les résultats au tableau 5 .

+ Détermination des matières décantables : (14)

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

+ Résidu sec : (14)

Principe:- Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé.

+ Détermination de l'alcalinité : (14)

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.

+Détermination de l'oxydabilité au $KMnO_4$: (14)

Principe:- L'eau est laissée en contact avec un volume connu d'une solution de permanganate de potassium titrée. L'excès de permanganate est dosé au bout de 4heures.

+Dosage de l'oxygène dissous : (14)

Par la méthode de Winckler qui est la méthode chimique utilisée.

Principe:- L'oxygène oxyde les sels manganoux en sels manganiques. Ces derniers peuvent être titrés par le thiosulfate.

+Analyse microbiologique : (26) , (27)

Il nous faut 3 boîtes de Petri avec la gélose nutritive.

-Introduire l'inoculum(1-2gouttes) à l'intérieur de la première boîte

-Poser la spatule sur la surface de la gélose et disséminer l'inoculum

-Effectuer la même opération sur la deuxième puis sur la troisième boîte sans recharger la spatule

-Porter les boîtes de Petri ensemencés pendant 48heures à $30^{\circ}C$.

+Analyse qualitative des protéines :

Les protéines réagissent avec le réactif de Pauly (*acide diazobenzenesulfonique*) pour donner une coloration rouge. La réaction est caractéristique des phénols et des amines aromatiques(couplage).

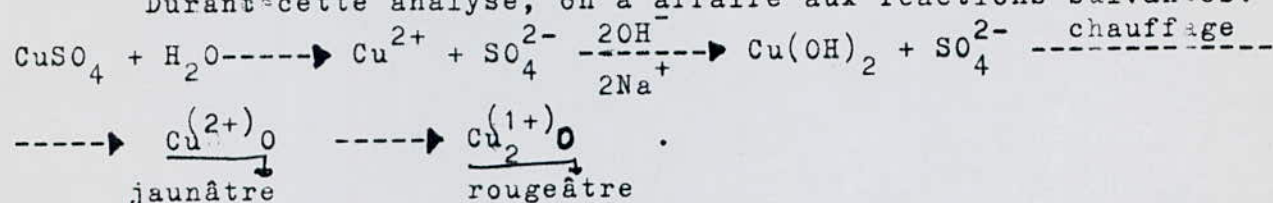
A une solution inconnue: on ajoute quelque milligrammes de Na_2CO_3 et 1 à 2ml du réactif "diazo ". La présence des protéines est liée à la coloration rouge.

Sensibilité est de l'ordre de $1\mu\text{g}$ près ($10\mu\text{g}$ de protéine dans 1 ml) pour la réaction avec le réactif de Pauly.

+Analyse qualitative des hydrates de carbone :

Principe:- Cette analyse consiste à mettre en évidence qualitativement les sucres présents dans l'eau usée par le réactif liqueur de Fehling, celui-ci est un réducteur utilisé comme réactif sur les composés facilement oxydables.

Durant cette analyse, on a affaire aux réactions suivantes:



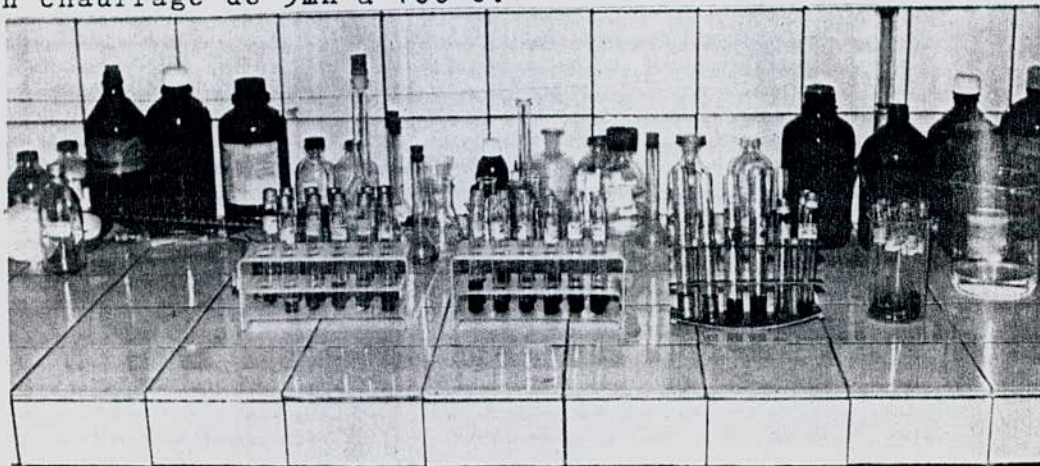
+Détermination enzymatique du glucose (la glycémie) :

Principe:- C'est la méthode moderne la plus employée, également automatique utilise comme réactif l'enzyme glucose-oxydase.



+Analyse quantitative des sucres par la méthode au phénol :

Principe:- La méthode de dosage des oses neutres par le réactif au phénol-sulfurique introduite par Dubois, est beaucoup plus sensible que les procédés à l'orcinol ou à l'anthrone. Le contrôle de la dégradation des oses peut être néanmoins assuré par un chauffage de 5mn à 100°C .



BIBLIOGRAPHIE

- (1) Bulletin de la qualité des eaux, Gestion des eaux usées dans les pays en voie de développement 2^opartie, Vol. N°2, Canada (1982).
- (2) Office suisse d'expansion commerciale, Protection de l'environnement, Vol.8, Lausanne, Suisse (1981).
- (3) Journal quotidien algérien, El-Moudjahid, Lundi 01/12/1986.
- (4) H.Monchy, Memento d'assainissement, Ed.Eyrolles, Paris(1977).
- (5) J.Lederer, Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire, Vol. ,Ed. :Nauwelaerts, Louvain et Maloine,, Paris(1977).
- (6) Ministère de l'hydraulique et de l'environnement et des forêts, Marais de Réghaïa, Plan d'action anti-pollution,(1985).
- (7) Office allemand de la coopération technique, traitement des eaux résiduaires industrielles, Allemagne (1981).
- (8) P.Givka, Travaux scientifiques de l'institut technologique supérieur de l'industrie alimentaire, Plovdiv, Bulgarie(1985).
- (9) F.Meinck, H.Stooff et R.Kohlschütter, Les eaux résiduaires industrielles, Ed.Masson,
- (10) R.Weiner, Epuration des eaux résiduaires dans la transformation et la galvanisation des métaux, Ed.Eyrolles, Paris(1974).
- (11) Debatisse, Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, Vol.3&4, Ed.Technique et Documentation, Apria, France(1980).
- (12) L.-V.Vasseur, J.-J.Bimbenet et M.Hillairet, Les industries de l'alimentation, Que sais-je?, Presses universitaires de France(1966).
- (13) W.W.Eckenfelder, Gestion des eaux usées urbaines et industrielles, Ed.Lavoisier Tec et Doc , France(1981).
- (14) J.Rodier, L'analyse de l'eau, Ed.7^oDunod, Paris(1984).
- (15) M.Tardat-Henry, Chimie des eaux, Ed.Le griffon, Canada(1984).

- (16) Degrément, Mémento technique de l'eau, Paris(1978).
- (17) R.Thomazeau, Stations d'épuration: eaux potables-eaux usées, Technique et documentation, France(1981).
- (18) R.Dumont, Encyclopédie de l'écologie, Larousse, Paris(1977).
- (19) J.Arrignon, Aménagement écologique et piscicole des eaux douces, Ed.3° Gauthier-Villars, France(1982).
- (20) Labo, Guide pratique du laboratoire de chimie, T.1:méthodes générales, Ed.Delta et Spes, Suisse(1984).
- (21) J.P.Bechac, P.Boutin, B.Mercier et P.Nuer, Traitement des eaux usées, Ed. Eyrolles, Paris (1983).
- (22) A.Gaïd, Epuration biologique des eaux usées urbaine, Ed. OPU, Alger (1984).
- (23) C.Gomella et H.Guerrée, les eaux usées dans les agglomérations urbaines et rurales, Ed.Eyrolles, Paris (1983).
- (24) A.Dowgiallo, simplified photometric methods of determination of ammonia and kjeldahl nitrogen in biological materials, Poland (1984).
- (25) S.Jankovic, manuel de chimie de l'environnement, OMS, Genève (1974).
- (26) O.A.Bakouchinskia, A.D.Belova, B.I.Boukanova, M.F.Lozenko et N.M.Cemihatova, controle sur la production de levures de pain ,Ed.Industrie alimentaire, Moscou (1978).
- (27) E.A.Plevako et O.A.Bakouchinskia, contrôles microbiologiques et chimico-technologique sur la production de levures, Moscou(1970).

