

ANNEE 1993



N° 22

**«NIVEAU DE TRAITEMENT DES EAUX
RESIDUAIRES DANS L'INDUSTRIE AGRO-
ALIMENTAIRE AU SENEGAL»**

THESE

présentée et soutenue publiquement le 28 Juillet 1993
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE
(DIPLOME D'ETAT)

par

Ismaila KANE

né le 09 Mai 1964 à DAKAR (Sénégal)

- Président du Jury : Monsieur François DIENG
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Directeur et Rapporteur de Thèse : Monsieur Malang SEYDI
Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V de Dakar
- Membre : Monsieur Mounirou CISS
Professeur Agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Co-directeur : Monsieur François Adébayo ABIOLA
Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V de Dakar

5 - MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE

Justin Ayayi	AKAKPO	Professeur titulaire
Jean	OUDAR	Professeur titulaire
Rianatou (Mme)	ALAMBEDJI	Assistante
Komi A. E.	GOGOVOR	Moniteur
Soualbou	FAROUGOU	Docteur Vétérinaire

6 - PARASITOLOGIE-MALADIESPARASITAIRES-ZOOLOGIE

Louis Joseph	PANGUI	Maître de Conférences Agrégé
Papa Ndéné	DIOUF	Moniteur
Bassirou	BONFOH	Docteur Vétérinaire

7 - PATHOLOGIE MEDICALE - ANATOMIE PATHOLOGIE - CLINIQUE AMBULANTE

Yalacé Y.	KABORET	Maître-Assistant
Pierre	DECONINCK	Assistant
Lamboni B.	BANGUE	Moniteur
Achille	OLLOY	Docteur Vétérinaire

8 - PHARMACIE-TOXICOLOGIE

François A.	ABIOLA	Professeur titulaire
Ismaila	KANE	Moniteur

9 - PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE-PHARMACODYNAMIE

Alassane	SERE	Professeur titulaire
Moussa	ASSANE	Maître de Conférences Agrégé
kossi	MABALO	Moniteur

10 - PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme	SAWADOGO	Professeur titulaire
Désiré Marie A.	BELEMSAGA	Moniteur

Baba Traoré FALL

Docteur Vétérinaire

11 - ZOOTECHE-ALIMENTATION

Gbeukoh Pafou GONGNET

Maître-Assistant

Ayao MISSOHOU

Assistant

Souleymane SAKANDE

Moniteur

II. - PERSONNEL VACATAIRE (prévu)

- BIOPHYSIQUE

René NDOYE

Professeur titulaire
Faculté de Médecine et de
Pharmacie Université Ch. Anta
DIOP de DAKAR

Alain LECOMTE

Maître de Conférences Associé
Faculté de Médecine et de
Pharmacie Université Ch. Anta
DIOP de DAKAR

Sylvie (Mme) GASSAMA

Maître de Conférences Agrégée
Faculté de Médecine et de
Pharmacie Université Ch. Anta
DIOP de DAKAR

- BOTANIQUE APPLIQUEE

Antoine NONGONIERMA

Professeur titulaire
Faculté des Sciences et
Techniques et
IFAN-Institut Ch. Anta DIOP
Université Ch. Anta DIOP de
DAKAR

- PATHOLOGIE DU BETAIL

Magatte NDIAYE

Docteur Vétérinaire-Chercheur
Laboratoire de Recherches
Vétérinaires de DAKAR

- ECONOMIE

Cheikh LY

Docteur Vétérinaire-Chercheur
FAO-BANJUL

- AGRO-PEDOLOGIE

Alioune DIAGNE

Docteur Ingénieur
Département "Sciences des Sols"
Ecole Nationale Supérieure
d'Agronomie-THIES

- SOCIOLOGIE RURALE

Oussouby TOURE

Sociologue Centre de suivi
Ecologique
Ministère du Développement
Rural, DAKAR

III. - PERSONNEL EN MISSION (prévu)

- PARASITOLOGIE

Ph. DORCHIES

Professeur
E.N.V de TOULOUSE (France)

M. KILANI

Professeur
E.N.M.V. de SIDI THABET (Tunisie)

- ANATOMIE PATHOLOGIQUE SPECIALE

G. VANHAVERBEKE Professeur
E.N.V. de TOULOUSE (France)

- PATHOLOGIE DES EQUIDES ET CARNIVORES

A. CHABCHOUB Professeur
E.N.M.V. de SIDI THABET (Tunisie)

- ZOOTECNIE-ALIMENTATION

A. BENYOUNES Professeur
E.N.M.V. de SIDI THABET (Tunisie)

- ALIMENTATION

R. PARIGI-BINI Professeur
Université de PADOUE (Italie)

R. GUZZINATI Technicien de laboratoire
Université de PADOUE (Italie)

- CHIRURGIE

A. CAZIEUX Professeur
E.N.V. de TOULOUSE (France)

- OBSTETRIQUE

A. MAZOUZ Maître-Assistant
Institut Agronomique et
Vétérinaire HASSAN II de Rabat
(MAROC)

- DENREOLOGIE

J ROZIER Professeur
E.N.V. d'ALFORT (France)

A. ETTRIQUI Professeur
E N M V. de SIDI-THABET (Tunisie)

- PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

P BENARD Professeur
E.N.V. de TOULOUSE (France)

- PHARMACIE

J. D. PUYT Professeur
E.N.V. de NANTES (France)

- TOXICOLOGIE

G. SOLDANI Professeur
Université de PISE (Italie)

D E D I C A C E

A ALLAH : le Miséricordieux et le Très-Haut

A MOHAMED (PSL) : le Sceau des Prophètes

A ma mère : Ta vie fut un sacerdoce. Que Dieu te couvre de tes bienfaits

A mon père : exemple d'honnêteté et de probité. Que Dieu te prête longévité

A mes oncles : Ibrahima et Ousmane THIAM : vous demeurez inoubliables pour la famille

A mon homonyme Caw Doro : que la terre vous soit légère

A mes frères et soeurs : que la famille soit unie à jamais

A la mémoire de mon frère Karamoko

A mes tantes Baye Kofa, Ndèye SOW, Mme SAMBOU (Bébé) : pour votre amour maternel, sans oublier la tante Sophie DIALLO.

A tous mes cousins et cousines THIAM : toute ma reconnaissance

A ma femme : ce travail t'est dédié en gage de ta fidélité

A mon fils Abdul : Puisse ce travail t'inspirer

A mes neveux et nièces : Mariame, Aïcha, Abdul, Harouna, Ibrahima, Mohamed

A ma belle-famille SANOGHO : pour la confiance accordée

A mes amis d'enfance : Berthé, Alassane, Daouda, Valentin sans oublier Mlle Aimée

A mes promotionnaires : Talla, Thiam, Déthié, NDéné, Sall, Kalidou, Cissé, Diatta, Anne Marie, Mireille

A la 20ème promotion François DIENG de l'EISMV

A Diaw et Tew du Laboratoire de Pharmacie

A l'A. E. V. S.

A la famille THIAM à Kayes, Bamako

A la famille Kane DIALLO à Sélibaby, Nouakchott

A mon pays le Sénégal

A ma terre la Mauritanie

R E M E R C I E M E N T S

Au Directeur de l'abattoir de Dakar : pour la précieuse documentation mise à notre disposition.

Au G.I.E. "AGRIFORCE" à Thiès : pour nous avoir permis d'utiliser la documentation relative au projet "de valorisation et d'épuration des déchets d'abattoirs régionaux au Sénégal".

A la Bibliothécaire de l'Ecole Vétérinaire Mme DIOUF : votre entière disponibilité nous a facilité ce travail.

A la Secrétaire du Département de Pharmacie-Toxicologie : Mme GAYE : en remerciements pour votre compréhension et pour la qualité de ce travail.

A tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.

A NOS MAITRES ET JUGES

A NOTRE PRESIDENT DE JURY

Monsieur le Professeur François DIENG, vos qualités avant tout humaines et scientifiques n'ont pas fini de nous séduire. Veuillez recevoir ici l'expression de nos hommages respectueux.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR MALANG SEYDI

qui, nous a guidé dans ce travail, qui a éclairé nos pas ; et pour l'enseignement de qualité dont il nous a fait bénéficier.

Témoignage de notre gratitude

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGREGE FRANCOIS A. ABIOLA

en remerciements pour la bienveillance avec laquelle il a accepté et soutenu notre travail.

Témoignage de notre gratitude.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGREGE MOUNIROU CISS

pour avoir accepté de faire partie de notre jury de thèse avec bienveillance.

Témoignage de notre reconnaissance

**"Par délibération, la Faculté et l'Ecole ont décidé
que les opinions émises dans les dissertations
qui leur seront présentées, doivent être
considérées comme propres à leurs
auteurs et qu'elles n'entendent leur
donner aucune approbation
ni improbation"**

TABLE DES MATIERES

	PAGES
INTRODUCTION	
PREMIERE PARTIE	
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE I	DYNAMISME DU MILIEU RECEPTEUR
A -	Notion d'autoépuration 1
1 -	Mécanisme de l'autoépuration 1
2 -	Modèle d'autoépuration 2
B -	Notion d'eutrophisation
1 -	Mécanisme de l'entrophisation 3
2 -	Diagnostic du niveau d'eutrophisation 3
CHAPITRE II	POLLUTION INDUSTRIELLE 5
A -	Importance
1 -	Origine de la pollution 5
2 -	Composition de la pollution 5
3 -	Destinée de la pollution 6
B -	Pollution agroalimentaire 7
1 -	Nature des pollutions 8
2 -	Perturbations apportées au milieu 9
3 -	Risques sanitaires 10
CHAPITRE III	EAUX RESIDUAIRES
A -	Introduction 11
1 -	Définition 11
2 -	Importance 11
B -	Paramètres de mesures des eaux résiduaires 11
1 -	Equivalent-habitant 11
2 -	Matière en suspension 12
3 -	Matière oxydable 12
4 -	Demande chimique en oxygène 12

	PAGES
8 - Equipement d'échaudage porc et volaille	24
9 - Produits d'abattage	25
10 - Traitement "cuirs et peaux"	25
11 - Eaux de nettoyage et de lavage	25
12 - Pollution due au personnel	26
13 - Eaux des installations de froid	26
B - Dans l'industrie laitière	26
1 - Approvisionnement en lait	27
2 - Préparation des produits laitiers	27
3 - Laboratoire de contrôle	27
4 - Nettoyage et lavage	27
5 - Eaux de recyclage	28
6 - Eaux résiduaires	28
7 - Economie d'eau réalisable	29
8 - Réduction de la charge polluante	29
C - Dans l'industrie des produits halieutiques	33
1 - Déchargement et entreposage	34
2 - Opérations de traitement	34
3 - Traitement des fruits de mer	35
4 - Opérations accessoires	36
5 - Récupération des rebuts de boucherie	37
6 - Eaux résiduaires	37

CHAPITRE II

NIVEAU DE TRAITEMENT DES EAUX RESIDUAIRES

A - Dans l'industrie d'abattage	40
1 - A l'abattoir urbain	40
a - Epuration des eaux résiduaires	40
b - Valorisation des déchets solides	42
c - Problème de pollution	43
2 - A l'abattoir régional	45
a - Situation récente	45
b - Situation actuelle	46
B - Dans l'industrie laitière	50
1 - Etablissements laitiers	50
2 - Niveau de traitements	50

	PAGES
a - Collecte	50
b - Prétraitement	51
c - Traitement	51
C - Dans l'industrie des produits halieutiques	53
1 - Les poissonneries.	53
2 - Niveau de traitements	53
a - Traitement des effluents liquides	54
b - Traitement des effluents solides	54
CHAPITRE III PROPOSITIONS D'AMELIORATION	56
A - Cas des abattoirs	56
1 - Les abattoirs régionaux	56
a - Traitement des déchets solides	56
b - Traitement des déchets liquides	57
2 - L'abattoir urbain	57
a - Traitement des déchets solides	57
b - Traitement des eaux résiduaires	58
B - Cas des laiteries	59
C - Cas des poissonneries	59
CONCLUSION	60
BIBLIOGRAPHIE	60

I N D E X

- Fig. n° 1 Représentation schématique des deux étapes de l'eutrophisation dans un lac
- Fig. n° 2 Représentation schématique des apports polluants sur les édifices biologiques
- Tableau I Destination du sang récupéré
- Tableau II Estimation de la quantité de sang produit et son devenir
- Tableau III DBO5 rejetée en fonction du pourcentage de récupération du sang
- Tableau IV Quantité de matières stercoraires chez les ruminants
- Tableau V Charge polluante des eaux due aux matières stercoraires
- Tableau VI L'eau dans l'industrie laitière
- Tableau VII Charges polluantes en DBO, DCO, ET MES
- Tableau VIII Les concentrations en DBO, DCO, MES et MVS
- Tableau IX La DBO des produits laitiers
- Fig. n° 3 Utilisation de l'eau dans les opérations de marinade
- Fig. n° 4 Utilisation de l'eau pour le filtrage, la congélation, et l'entreposage réfrigéré du poisson
- Fig. n° 5 Utilisation de l'eau dans les opérations d'appertisation
- Fig. n° 6 L'eau utilisée dans les opérations relatives aux crustacés et mollusques
- Tableau X Utilisation de l'eau dans une usine de produits halieutiques
- Tableau XI Pourcentage d'eau utilisée à diverses fins dans les opérations de traitement
- Tableau XII Rejets et sous-produits de l'abattoir urbain
- Tableau XIII Caractéristiques des effluents de la salle des bovins de l'abattoir urbain
- Fig. n° 7 Système combiné "TRANSPAILLE-LAGUNAGE A MACROPHYTES"
- Tableau XIV Rejets et sous-produits des abattoirs régionaux
- Tableau XV Fonctions du système "AGRIFORCE"
- Tableau XVI Composants et effets du traitement
- Tableau XVII Charge et effets du lagunage
- Tableau XVIII Système de collecte des eaux usées
- Tableau XIX Prétraitement chimique en laiterie
- Tableau XX Prétraitement physique en laiterie

- Tableau XXI Traitement d'épuration en laiterie
- Tableau XXIII Système de collecte des eaux usées
- Tableau XXIV Prétraitement physique en poissonneries
- Tableau XXV Traitement d'épuration en poissonnerie

INTRODUCTION

I N T R O D U C T I O N

Les eaux usées collectées à la sortie des industries constituent les eaux résiduaires, dont la destination finale est le milieu récepteur.

Ces eaux résiduaires véhiculent une importante charge polluante qui peut avoir un effet perturbateur sur les mécanismes de l'autoépuration du milieu.

Les industries, en particulier agro-alimentaires, spécialisées dans la transformation des productions animale et végétale, sont une source importante de pollution en raison des rejets fortement chargés qu'elle génèrent.

Avant tout déversement dans le milieu récepteur, des équipements et techniques largement répandus permettent des traitements d'épuration et de réduction de la charge polluante.

Au Sénégal, le secteur agro-alimentaire a beaucoup évolué en se dotant d'unités de production implantées surtout le long des côtes littorales.

La concentration des industries en zone urbaine entraîne systématiquement les rejets en mer. Ainsi c'est entre 13 et 38 millions de m³ d'eaux usées qui sont déversées annuellement dans les baies du Cap-Vert, ceci est à l'origine des 1/3 de décès recensés.

"Finis le temps des rivières, voici venu le temps des égouts" est-on tenté de dire.

Cette contribution est une évaluation du niveau de traitement des eaux résiduaires d'industries agro-alimentaires, avec une mention spéciale à :

- l'industrie d'abattage
- l'industrie laitière
- l'industrie de produits halieutiques.

Ce travail comprend deux parties :

- **une étude bibliographique**
- **une description du niveau de traitement des eaux résiduaires**

PREMIERE PARTIE

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : DYNAMISME DU MILIEU RECEPTEUR

A - NOTION D'AUTOEPURATION

Le milieu récepteur (qu'il soit marin, fluvial, ou lacustre) est un émissaire pour les apports polluants d'origine urbaine, agricole, ou industrielle.

La capacité d'assimilation de cette pollution à dominante organique dépend du pouvoir d'autoépuration du milieu, lié à des caractéristiques physico-chimiques et biologiques.

Les perturbations permanentes occasionnées par les rejets divers entraînent une rupture d'équilibre ; puis au fur et à mesure de la dégradation des matières organiques, le milieu acquiert à nouveau son pouvoir d'autoépuration. Ce phénomène est un processus naturel qui consiste d'une part à l'élimination de certains germes en particulier pathogènes ; d'autre part dans l'oxydation complète des matières organiques qui disparaissent peu à peu sous l'action des cycles de biodégradation.

Le dynamisme du milieu transparait, dans ce cycle de rupture d'équilibre et de retour à l'état initial, correspondant à la stabilité de la biocœnose dans son biotope : ce que nous dénommons une communauté de climax. (9)

1 - MECANISME DE L'AUTOEPURATION

Un certain nombre de facteurs sont à l'origine de ce processus naturel

a - Des facteurs physico-chimiques

- La dispersion longitudinale

L'agitation du milieu entraîne une égalisation et un abaissement des températures, ainsi qu'une augmentation de la teneur en oxygène dissous.

- Le cycle sédimentation-remise en suspension

Il se produit selon que les eaux sont dormantes ou en brassage continu.

- **Les substances gazeuses dissoutes** : l'oxygène et le gaz carbonique en particulier ; avec la possibilité de fermentation anaérobie propre aux eaux saumâtres.

- Le processus d'oxydo-réduction

Concerne la minéralisation de la matière organique par les microorganismes bioréducteurs, libérant les sels dissous indispensables à la croissance des végétaux.

b - Des facteurs biologiques

- La photosynthèse et la respiration des végétaux

Assurant le renouvellement de l'oxygène dissous de l'eau, et la survie des espèces prédatrices.

- La dégradation par les microorganismes

A l'origine de la réduction de la charge polluante organique.

- Les prédateurs biologiques

L'activité des macroprédateurs dans le milieu réduit les populations de microprédateurs.

- L'antagonisme microbien

Lié à la compétition intra-spécifique dont la conséquence est l'épuration bactériologique du milieu.

2 - MODELES D'AUTOEPURATION

La complexité des facteurs impliqués dans le processus d'autoépuration, permet difficilement d'élaborer des modèles mathématiques capables d'apprécier le pouvoir d'assimilation d'un milieu.

De tels modèles mathématiques peuvent à la limite, permettre de déterminer des normes tolérables de rejets, et dans une approche qualitative, contribuer à la prise des mesures de protection des milieux récepteurs.

De fait les multiples contraintes occasionnées, dans l'établissement de relations cohérentes entre les divers paramètres ont conduit à un modèle d'approche simplifié.

Ainsi l'autoépuration est assimilée à un processus déterminé par :

- la dégradation biologique
- le brassage du milieu dont dépend la réaération à l'interface eau/atmosphère. (5)

B- NOTION D'EUTROPHISATION

Une communauté de climax peut subir une rupture d'équilibre lorsque la charge de pollution du milieu devient prépondérante. Il s'y déroule une intense activité des populations animale et végétale.

L'apport massif en substances nutritives et minérales dissoutes entraîne une prolifération :

- de microorganismes bioréducteurs
- de populations végétales surtout algales

L'apparition de la coloration noire dans les fonds vaseux, la diminution de la teneur en oxygène dissout, l'installation des conditions d'anaérobiose, sont les conséquences à long terme.

Le phénomène est connu sous le nom d'eutrophisation. Il demeure irréversible, tant que la charge de pollution du milieu reste prépondérante, et supérieure aux normes de rejet tolérables.

Les eaux usées, à très forte charge organique, rejetées sans traitement préalable, sont à l'origine de ce phénomène, très lent à se produire naturellement. (9)

1 - MECANISME DE L'EUTROPHISATION

Les eaux usées riches en sels dissouts (nitrates, phosphates, sulfates) entraînent une augmentation de la biomasse essentiellement phytoplanctonique. Les fonds vaseux s'enrichissent en matière organique provenant des végétaux morts. Ils subissent une décomposition aérobie, puis lorsque l'oxygène dissout se raréfie, les fermentations anaérobies prennent le relais. Les fonds vaseux se putréfient et laissent s'échapper de l'ammoniac et de l'hydrogène sulfuré.

Une chimiodine s'installe remontant lentement.

2 - DIAGNOSTIC DU NIVEAU D'EUTROPHISATION

Le diagnostic de pollution du milieu récepteur est établi en recourant à la notion de zones de saprobies.

Les espèces vivantes capables de proliférer dans les milieux saprobes (riches en matières organiques) sont qualifiées de saprobies.

Un cours d'eau peut correspondre à différentes zones de saprobies, selon le degré de pollution.

- Zone des oligosaprobies

C'est le lieu d'un cours d'eau limpide, de couleur bleue, à teneur en matière organique inférieure à 1mg/l, dont la teneur en oxygène est voisine de la saturation. Les espèces dominantes se recrutent parmi les algues vertes (Chaetophora), les algues rouges (batrachospermum).

Parmi les animaux on retrouve des platodes (Planoria), des annelides (Chaetogaster), des crustacés (Gammarus).

- Zone des β -mésosaprobies

Ici la matière organique est transformée en nitrates ou en nitrites par les espèces bioréductrices. Ce sont des eaux peu polluées, de couleur légèrement verte. Elles

renferment comme végétaux des diatomées (Gomphonéma), des algues vertes (Oedogonium).

Parmi les animaux on trouve des platodes (Dendrocoelium) des annelides (Stylaria), des crustacés (Daphnia), de nombreux insectes (Notonectes, Culex).

- Zone des α -mésosaprobies

La matière organique est transformée en acides aminés, en sels ammoniacaux, et en faible proportion de nitrites. La teneur en oxygène dissous est inférieure à celle de la zone des β -mésosaprobies. De nombreuses bactéries y coexistent (Spirillum, Zooglée, Ramigéra) ; des champignons (Fusarium, Géotrichum), des cyanophycées (Oscillatoria, Spirulina). Les animaux demeurent des flagellés (Anthophysa) des mollusques (Sphaerium) ; des insectes Névroptères (Sialis) et les Diptères (Chironomus).

- Zone des polysaprobies

Les eaux y sont riches en matières organiques, leur teneur en oxygène est faible. Les fonds vaseux dégagent du gaz carbonique, de l'hydrogène sulfuré, du sulfure de fer. Il y a abondance d'organismes protéolytiques. La flore et la faune sont comparables à celles de la zone des α -mésosaprobies.

Dans les zones d'oligosaprobies et de mésosaprobies - β la biocénose est en activité optimale. Dans ces conditions, la capacité d'autoépuration du milieu atteint un niveau palier, par conséquent la charge de pollution commence à devenir prépondérante.

Dans les zones de mésosaprobies- α , et de polysaprobies, le phénomène d'eutrophisation s'est installé. (9)

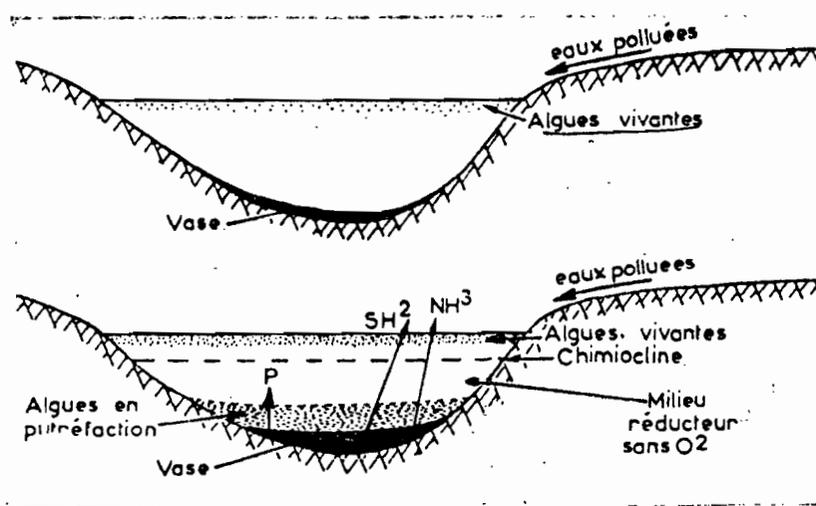
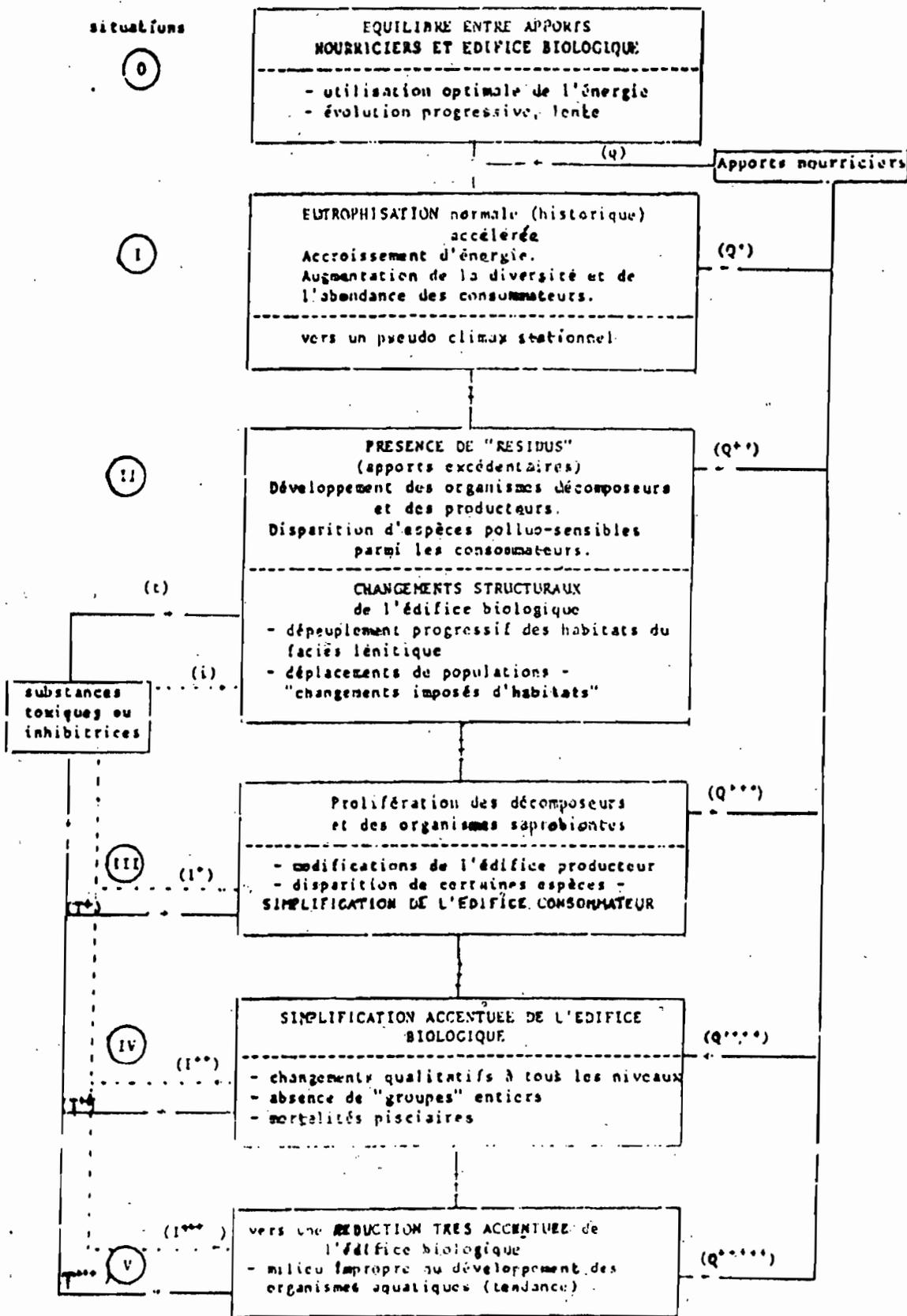


Fig n° 1 : Représentation schématique de deux étapes de l'eutrophisation d'un lac.

Source (8)



I = inhibition
 T = toxicité
 Q = quantité d'apports (d'après VERNEAUX modifié in PESSON, 1976)

Fig n° 2 : Représentation schématique des effets des apports sur les édifices biologiques

CHAPITRE II : LA POLLUTION INDUSTRIELLE

A - IMPORTANCE

En matière de pollution industrielle, des données statistiques fiables font encore défaut, les chiffres disponibles ne reflètent que très peu la réalité.

Les sources de pollution se répartissent en trois grandes catégories :

- la pollution industrielle : 40 p 100
- la pollution domestique : 50 p 100
- la pollution agricole : 10 p 100 (7)

1 - ORIGINE DE LA POLLUTION

a - La Pollution industrielle

Elle apparaît comme la plus préoccupante de nos jours. Les établissements industriels ont le plus faible taux d'épuration de leurs eaux résiduaires : celles-ci sont le plus souvent déversées à l'état brut dans le milieu récepteur.

b - La Pollution domestique

Elle est en progression constante, l'amélioration des conditions de vie s'accompagne d'une augmentation des effluents domestiques. Les mesures d'assainissement urbain ou rural doivent répondre aux besoins croissants des populations en matière d'hygiène et de salubrité publiques.

c - La Pollution agricole

Les techniques culturales agressives mises en jeu contribuent à l'accroissement de la pollution d'origine agricole. L'utilisation à grande échelle de l'amendement des sols (par l'épandage abusif d'engrais azotés), le traitement régulier des sols avec les produits phytosanitaires (pesticides, herbicides) perturbent l'équilibre du milieu écologique.

2 - COMPOSITION DE LA POLLUTION

Le flux de pollution résultant des activités industrielle, agricole et domestique se compose d'un ensemble d'effluents répartis en :

- effluents solides
- effluents liquides
- effluents gazeux

a - Les effluents solides

Ils représentent la fraction macroscopique de la charge polluante.

L'industrie d'abattage produit en grandes quantités des déchets solides, qui, s'ils ne sont pas revalorisés rejoignent le milieu récepteur.

Par exemple :

- matières stercoraires des réservoirs digestifs des animaux abattus
- plumes provenant du plumage des volailles
- cornes et onglons des animaux abattus.

b - Les effluents liquides

Ils sont assimilés à la fraction microscopique ou fluide. Ils constituent en fait les eaux résiduaires.

Par exemple : dans les abattoirs

- eaux de lavage des locaux de saignée chargées de sang et de caillots sanguins
- eaux de nettoyage des locaux de triperie-boyanderie
- eaux de lavage des carcasses

c - Les effluents gazeux

C'est la fraction volatile de la charge polluante. Ils constituent toutes les émanations de fumées, de gaz ou de vapeurs toxiques. Leur origine est surtout liée à l'activité industrielle dont la plus polluante reste celle pétrochimique.

3 - DESTINEE DE LA POLLUTION

Les éléments polluants énumérés vont aboutir dans le milieu récepteur à la pollution de l'atmosphère, du sol, et des eaux.

a - La pollution de l'atmosphère

L'atmosphère est constamment enrichie en effluents gazeux : le dioxyde de carbone, l'oxyde de carbone, divers composés azotés, chlorés, soufrés.

Actuellement une situation alarmante prévaut suite à la description des phénomènes :

- "d'effet de serre" lié à un réchauffement de la terre
- de destruction de la couche d'ozone censée faire écran aux rayonnements ultra-violets carcinogènes.

Le rejet de composés gazeux nocifs dans l'atmosphère a été incriminé dans ces phénomènes.

b - La Pollution du sol

La capacité d'autoépuration du sol est une propriété mise à profit dans certaines conditions lors d'épandage.

Cependant l'usage abusif d'engrais et de produits phytosanitaires contribuent à long terme à la dégradation des écosystèmes naturels.

C'est le cas des résidus de pesticides rémanents (quelques métabolites du DDT) qui s'accumulent le long des chaînes alimentaires.

c - La Pollution des eaux

C'est un chapitre important car le réceptacle obligé des eaux usées demeure les milieux récepteurs naturels :

- le milieu marin (côtes littorales en particulier)
- le milieu fluvial et lacustre
- les cours d'eau (rivière, étang)

La pollution des côtes littorales est un fait tangible entraînant une altération de la qualité des eaux, et des conséquences néfastes sur :

- l'exploitation des ressources halieutiques
- la santé humaine
- les activités maritimes et les agréments de l'environnement marin (36)

B - LA POLLUTION AGRO-ALIMENTAIRE

Le développement progressif des grandes unités agro-industrielles, dans le secteur alimentaire, suscite un certain nombre de préoccupations majeures.

Ces préoccupations résultent des contraintes liées à :

- la définition d'une réglementation précise en matière de pollution agro-alimentaire
- la mise en oeuvre de procédés adaptés de traitements des eaux résiduaires
- la prise en compte des incidences écologiques et sanitaires

Une attention particulière est portée au cas des industries agro-alimentaires, spécialisées dans la transformation des denrées alimentaires d'origine animale.

Il s'agit de :

- l'industrie d'abattage
- l'industrie laitière
- l'industrie des produits halieutiques

1 - NATURE DES POLLUTIONS

a - Pollution physique

* Thermique

L'industrie agro-alimentaire, pour des raisons d'hygiène, a besoin d'eau chaude en grande quantité. C'est un facteur non négligeable, car les rejets de plus en plus chauds sont néfastes dans le milieu récepteur. Mais leur refroidissement peut intervenir avec le volume de dilution.

* Radioactive

La contamination des denrées alimentaires aboutit aux rejets d'effluents radioactifs. C'est un phénomène peu fréquent, mais il peut survenir dans l'industrie de produits laitiers et dérivés. La radioactivité provient des isotopes suivants : Strontium 89 et 90, le Césium 137, l'Iode 131.

b - Pollution chimique

Elle est très hétérogène par la diversité des composés chimiques naturels ou synthétiques.

Ce sont les :

- Les sels minéraux

Nitrates, phosphates, sulfates dont l'apport massif dans le milieu récepteur est à l'origine du phénomène d'eutrophisation.

- Les composés toxiques

La plupart des détergents, colorants et antiseptiques drainés par les eaux de lavage, de nettoyage des industries.

- Les pesticides

Tous les produits phytosanitaires utilisés contre les agents nuisibles.

- Les métaux

En particulier les dérivés arsenicaux provenant du traitement des cuirs et peaux dans l'industrie d'abattage.

- Les engrais

Dont l'usage en agriculture peut entraîner la pollution des eaux par leur migration verticale. (9)

c - Pollution organique

Les rejets des industries agro-alimentaires sont à dominante organique. La dégradation de ces matières organiques est nuisible à la capacité d'autoépuration d'un milieu. Les mesures de DBO effectuées édifient sur la balance en oxygène du milieu.

Cette charge organique correspond à :

- une fraction protéique
- une fraction lipidique

- une fraction glucidique : à dominante cellulosique

d - Contamination microbiologique

La charge microbienne des eaux résiduaires est importante. Elle est à l'origine de transmission d'affections diverses par voie hydrique. Néanmoins elle intervient dans le processus d'épuration biologique du milieu.

Diverses espèces de microorganismes cohabitent dans les rejets :

- Des agents viraux : virus de l'hépatite A, virus de la polyomyélite
- des agents bactériens pathogènes ou non : Mycobactéries, Salmonelles, Leptospires, E. Coli, Proteus.
- des agents parasitaires : Tænia, Oxyures, Fasciola, Cysticerques, et diverses larves de parasites et leurs oeufs.

e - Nuisance

Ce sont les désagréments ou inconvénients propres aux industries agro-alimentaires dans leur environnement immédiat.

Dans l'industrie de produits de mer, l'odeur de poisson pourri constitue un désagrément, par exemple.

2 - PERTURBATIONS APPORTEES AU MILIEU

a - Les effets directs

Les éléments constitutifs des rejets subissent des modifications dans le milieu récepteur par des réactions chimiques d'oxydoréduction et des réactions de biodégradation.

Les composés biodégradables disparaissent à court terme, ceux non biodégradables persistent dans le milieu.

L'eutrophisation à l'origine du développement pléthorique de végétaux aboutit à :

- des marées vertes à ulves qui encombrant certaines plages littorales : résultant de l'effet conjugué de sels nutritifs et de conditions hydrodynamiques défavorables à la dispersion.

- des anoxies : par épuisement de l'oxygène dissous.

La flore microbienne a un rôle déterminant dans l'épuration biologique des milieux, en mettant en oeuvre des mécanismes physiques et biologiques qui concourent à la bactériolyse spontanée. (36)

b - Les effets indirects

C'est l'ensemble des effets prévisibles lors d'interactions à long terme entre les éléments persistants dans le milieu.

Les études écotoxicologiques permettent de mieux élucider les mécanismes à l'origine du dérèglement de l'écosystème naturel ; de nombreuses questions sont à l'étude.

- Quels seront les effets à long terme de l'enrichissement croissant des eaux en sels minéraux et en matières organiques.
- Certaines substances persistantes à l'état de traces ne risquent-elles pas de modifier le caractère génétique des espèces vivantes.
- Pourra t-on garantir la qualité des eaux pour satisfaire les exigences de santé et de salubrité. (36)

3 - RISQUES SANITAIRES

Les risques sanitaires encourus par l'homme et les animaux ont été clairement établis.

Les incidences sanitaires sont dominées par le rôle de l'eau comme vecteur, dans l'épidémiologie des maladies contagieuses et transmissibles.

La possibilité de transport hydrique de virus dangereux a été prouvée, cependant la probabilité de leur présence dans les rejets d'industries agro-alimentaires reste à démontrer. (2)

Les infections bactériennes sont surtout dues à des souches de bactéries capables de survivre dans l'eau, et de résister au phénomène de bactériolyse spontanée. (17)

Dans la transmission de maladies parasitaires, le risque reste élevé. De nombreux parasites sont présents dans les rejets d'industries agro-alimentaires, soit à l'état adulte, larvaire, ou au stade d'oeufs. (19)

Des incertitudes demeurent quant aux risques liés à la contamination radioactive, à la pollution par les produits chimiques dangereux : métaux et pesticides.

CHAPITRE III - EAUX RESIDUAIRES

A - INTRODUCTION

1 - DEFINITION

Les eaux résiduaires sont les eaux usées collectées à la sortie des industries agro-alimentaires.

Ces eaux résiduaires après collecte, sont évacuées au travers d'installations d'épuration, avant de rejoindre le milieu récepteur.

2 - IMPORTANCE

L'étude sur ce sujet a été motivée par la triple importance que revêt le problème du traitement et de la destinée de ces rejets.

- Sur le plan technique

La conception de stations de traitements de plus en plus performantes, à l'heure actuelle, permet d'affiner les prescriptions réglementaires en matière de normes de rejets.

- Sur le plan économique

Les coûts et charges inhérents à la mise en place des installations d'épuration sont amortis par :

- les possibilités de revalorisation de certains constituants des rejets
- les économies d'eau réalisables par divers procédés de recyclage des eaux usées

- Sur le plan hygiénique

Les industries agro-alimentaires sont source de pollution, de contamination, de nuisances ; toutes ces perturbations engendrées pouvant se répercuter sur l'hygiène et la salubrité publiques.

B - PARAMETRES DE MESURES DES EAUX RESIDUAIRES

1 - EQUIVALENT HABITANT (Eq-hb)

C'est une unité de mesure de la quantité de pollution équivalente à un habitant-type, par convention. Les chiffres français disponibles sont : 147 g par jour : dont 90 g de Matière En Suspension (MES), 57 g de Matière Organique (MO).

2 - MATIERE EN SUSPENSION

C'est le poids des matières retenues dans un échantillon déterminé d'eaux usées après étuvage, et double centrifugation.

Elle est exprimée en mg/l

3 - MATIERE OXYDABLE (MO)

C'est la quantité de matière oxydable déterminée dans un volume d'eau usée donnée, elle est exprimée en mg/l.

4 - DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (DCO)

Elle représente un paramètre d'appréciation de la "demande" en oxygène pour les besoins d'oxydation des matières organiques, tel que le détermine l'usage d'un oxydant chimique. C'est une indication de la charge des eaux usées en sels minéraux oxydables, et en composés organiques biodégradables ou non.

Elle est exprimée en mg/l.

5 - DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE (DBO)

C'est la quantité d'oxygène consommée lors de la dégradation par voie biologique des matières organiques contenues dans un échantillon d'eaux usées, dans des conditions déterminées (incubation à 20° C, à l'obscurité).

Cependant, par convention la DBO5 (mesurée pendant cinq jours) est seule admise. La DBO5 reflète par ailleurs très bien la réalité de l'épuration.

6 - RELATION ENTRE DCO ET DBO

Le rapport DCO/DBO permet de définir la biodégradabilité d'un effluent. Elle est variable en fonction des proportions de matières biodégradables et de corps non biodégradables de l'échantillon.

Ce paramètre et les MES, constituent de bons critères d'évaluation des normes de rejet, et de l'efficacité des procédés de traitement. (4)

7 - AUTRES PARAMETRES PHYSIQUES

a - Le pH

La mesure du pH des eaux résiduaires se fait de diverses manières : (appareil portatif, appareil enregistreur). Il rend compte des conditions du milieu récepteur.

b - La température

Sa détermination se fait in situ (°C).

c - La conductivité

C'est une appréciation de la teneur en sels dissouts : mesure faite de façon ponctuelle (en microhoms).

8 - AUTRES PARAMETRES CHIMIQUES

a - Azote total Kjeldahl (NHK)

Correspond à l'azote organique et à l'azote ammoniacal.

b - Sels minéraux

Ce sont les nitrates, le phosphore, le chlore, le potassium, le sodum : éléments dominants dans les rejets de l'industrie laitière. Toutes ces concentrations sont exprimées en mg/l.

C - TRAITEMENT DES EAUX RESIDUAIRES

Les industries agro-alimentaires rejettent de grandes quantités d'eaux résiduaires ; dans le but de réduire le volume et la masse des rejets un certain nombre de mesures existent :

- des mesures internes
- des mesures externes

1 - LES MESURES INTERNES

a - Economie d'eau réalisable

- Refroidissement et évaporation

Il est impératif de pratiquer un recyclage d'eau industrielle : l'eau de chaudière et l'eau des circuits de refroidissement.

- Poste de nettoyage

Equipement des postes de lavage avec des dispositifs appropriés ; robinets à fermeture automatique, jets à faible débit, forte pression ; ceci afin d'éviter les gaspillages. Matériaux des sols et revêtements des murs faciles à nettoyer.

- Transport des matières premières et des déchets

Le volume des eaux de transport peut être réduit par le transport à sec si possible.

- Séparation des circuits d'eaux propres et d'eaux usées

Dans le cas de collecte des eaux pluviales.

b - Réduction de la charge polluante

Elle est plus économique que le traitement d'épuration, d'autant plus qu'elle permet de récupérer une masse de déchets, et aussi d'utiliser moins d'eau.

Les avantages sont multiples :

- Valorisation des sous-produits ayant une valeur marchande
- Dépenses moindres pour la fourniture d'eau
- Installations de traitement à faible coût

Cas des abattoirs

- récupération du sang par divers procédés
- récupération des matières stercoraires
- récupération des plumes de volaille

Cas des laiteries

- valorisation du lactosérum : possibilité d'extraction de poudre de lactosérum, de protéines en quantité, pour l'alimentation humaine ou animale.

Cas des poissonneries

- récupération des poissons défectueux pour la fabrication de farine animale.

2 - LES MESURES EXTERNES

Elles consistent à rendre le rejet inoffensif pour le milieu récepteur.

Ces mesures internes suivent quatre étapes :

- la collecte des eaux usées
- les prétraitements
- le traitement des eaux résiduaires
- le traitement des boues (4)

a - La collecte des eaux usées

Il faut maintenir et respecter le schéma de séparation des circuits d'effluents pollués, et non pollués. Il s'agit de bien individualiser les circuits d'approvisionnement, et d'évacuation :

- approvisionnement par le réseau public
- approvisionnement à partir de sources d'eau (mer, lac, fleuve, rivière, nappes)
- ruissellement des eaux pluviales
- circuit de recyclage d'eau
- transport des matières premières et déchets
- usages divers du personnel.

b - Les prétraitements

Ce sont les opérations destinées à faciliter le passage des eaux résiduaires au travers des installations d'épuration.

- Prétraitement physique

- Dégrillage

Effectué à l'aide d'une grille en barreaux interposée sur le circuit d'évacuation. Il permet d'éliminer les débris les plus grossiers.

Ces débris sont évacués par raclage continu mécanique, ou pour gravité. L'écart entre les barreaux varie de 3 à 100 mm.

- Tamisage

Opération différente du dégrillage par la taille des particules retenues. L'ouverture des mailles du tamis est compris entre 1000 et 5000 microns.

- Dessablage

Il a lieu sous l'effet du ralentissement du courant ; les particules minérales, sable et gravillons plus denses se déposent. La reprise de ces éléments se fait mécaniquement.

- Dégraissage

Les substances grasseuses sont des inconvénients particuliers, faisant obstacle au bon fonctionnement de la station d'épuration.

Elles doivent s'éliminer totalement ; il existe plusieurs types de dégraisseurs :

- dégraisseur à injection d'air : c'est un système à pression d'air
- aéroflottateur : c'est une aération de surface

- Le bassin tampon

L'irrégularité des rejets au niveau des industries, nécessite un bassin tampon pour stabiliser les effluents. Le but est de répartir de façon continue la charge polluante pour protéger l'intégrité des systèmes épurateurs suivants.

- Prétraitement chimique

Il permet de ramener à des caractéristiques physico-chimiques stables les rejets. De nombreux procédés existent.

- Par la voie alcaline

Les rendements d'épuration en DBO-DCO atteignent 90 %. Un avantage c'est l'efficacité de ce traitement sur de nombreux microorganismes. (4)

- Par la voie acide

Débutant par une floculation suivie d'une coagulation thermique par injection de vapeur ; elle est à l'origine d'une importante production de boues non stabilisées.

Ces prétraitements produisent beaucoup de boues non stabilisées qui subiront un traitement ultérieur. Le coût de ces opérations chimiques est élevé, malgré leur souplesse d'emploi, et la qualité de l'eau épurée.

c - Le traitement des eaux résiduaires

Il consiste en une élimination de la charge polluante résiduaire. Selon les contraintes financières ou techniques divers procédés adaptables existent.

- Procédés naturels aérobie

Ils permettent d'utiliser les propriétés autoépuration du milieu récepteur, mais à condition d'un prétraitement préalable optimal.

- Puisard

C'est un égout vertical fermé destiné à absorber les eaux vannes, leur utilisation est strictement interdite.

- Etangs à eaux usées

Les eaux issues de prétraitement sont déversées dans un étang en respectant et en préservant sa capacité d'autoépuration. Les contraintes de ce procédé sont dues aux surfaces importantes nécessaires par kg de DBO. (4)

Une alternative existe par la création d'un étang de stabilisation artificielle. C'est le lagunage aéré où la prolifération algale et le renouvellement de l'oxygène dissout sont contrôlés.

- Rejet dans un cours d'eau

Lors d'une prééparation convenable, il peut être toléré. Les petites industries peu polluantes peuvent y recourir. Les risques sanitaires ne sont pas écartés cependant.

- L'épandage

C'est la répartition dans ou sur des surfaces agricoles, ou des sols perméables d'eaux résiduaires en vue de leur épuration.

Le sol possède par ses propriétés un système épurateur :

- sa capacité de rétention et sa perméabilité
- sa capacité d'évaporation de l'eau
- sa capacité d'adsorption de particules sur ses constituants

- la minéralisation de la matière organique
- sa capacité d'épuration microbiologique

L'avantage demeure la restitution au sol de certains de ces éléments essentiels (produits minéraux) ; des contraintes existent pour sa mise en oeuvre cependant.

Les risques sanitaires sont présents : persistance de germes ou de spores de bactéries pathogènes résistantes entraînant la contamination des produits agricoles récoltés. (27)

- Procédés biologiques

- Voie aérobie

Repose sur la mise à profit de cultures bactériennes en aérobie qui vont assimiler la matière organique. Les boues produites seront récupérées ensuite par décantation.

- Voie anaérobie

C'est la dégradation par fermentation de la matière organique par des souches spécifiques de bactéries. Ce procédé a reçu diverses applications en industrie agro-alimentaire pour la production de gaz méthane.

- Lits bactériens classiques

Le lit bactérien est constitué par une couche de matériau inerte (coke, pouzzolane, pierre) et poreux sur laquelle se développent les microorganismes épurateurs.

Les rendements sont fonction de la hauteur de percolation de l'eau usée et de l'épaisseur du lit bactérien.

- Boues activées

Un bassin d'aération reçoit les eaux résiduaires, le brassage contenu du bassin favorise la prolifération de la masse bactérienne. Les boues sont maintenues en suspension et l'apport d'oxygène convenable.

- Les Digesteurs : voie anaérobie

Les procédés de traitement des effluents agro-alimentaires par dégradation anaérobie se généralisent actuellement. Ce mode de traitement procure des avantages réels par :

- une meilleure rentabilité de la station d'épuration
- une exploitation des produits valorisables générés
- la production faible de boues
- l'apport efficient en gaz méthane

Les digesteurs permettent des rendements de l'ordre de 95 % ; un digesteur d'une capacité de 7 000 m³ peut produire 2 500 m³ de biogaz/jour, dont environ 1 650 m³ de méthane. (7)

Le séjour des boues est d'environ 20 jours dans le digesteur ; les boues récupérées sont noirâtres, grumeleuses.

d - Traitement et utilisation des boues

Les boues issues des traitements précédents sont utilisables à diverses fins.

Caractéristiques des boues obtenues

Les boues extraites sont peu concentrées, à raison de 10 g de MES par litre, d'où une forte teneur en eau allant de 89 à 99,5 % ; elles doivent subir alors une concentration ou un épaissement. (27)

Ces opérations de stabilisation des boues se font par :

- digestion anaérobie : afin de réduire leur fermentescibilité, et de faciliter le conditionnement ultérieur ;

- stabilisation aérobie : elle procède d'une aération prolongée .

D'autres processus complémentaires permettent :

- la séparation des constituants nobles

- la stérilisation des boues

La composition des boues biologiques obtenues donne :

- l'eau, principal constituant entre 95 et 97 %

- environ 5 à 3 % de matière sèche à 80 % de protéines. (27)

Une station d'épuration éliminant 1 000 kg de DBO5 par jour, fournit 400 g de matière sèche par jour, à une concentration de 20 g/l représentant 20 m3 de boues par jour.

La composition moyenne des boues en aération prolongée est :

- matières organiques	55 à 75 %	
- azote total	3 à 7 %	
- azote ammoniacal	0,2 à 0,7 %	
- P total (P2O5)	6 à 10 %	
- K (K2O)	0,3 à 15 %	
- Ca	6 à 15 %	
- Na	0,3 à 1 %	
- Cl	0,1 à 0,5 %	(27)

Destination finale des boues

Les boues ont deux destinations possibles

- la mise à la décharge

- l'épandage agricole

Lors de mise à la décharge, les boues doivent être pelletables et permettre le passage d'engins lourds sans risque d'enlissage.

L'épandage agricole est une opération intéressante par la grande valeur agronomique des boues décrites.

CHAPITRE I : DIFFERENTES SOURCES DE POLLUTION : EQUIPEMENTS ET TECHNIQUES DE REDUCTION DE LA CHARGE POLLUANTE

A - DANS L'INDUSTRIE D'ABATTAGE

La transformation d'un animal vivant en carcasse et cinquième quartier exige une série d'opérations au niveau de la chaîne d'abattage. Elle est à l'origine de déchets et d'eaux résiduares. La quantité de pollution produite dépend des équipements et techniques de travail.

1 - PARC DE STABILISATION

Pendant leur stabulation les animaux produisent :

- le purin : urine des bovins émise en faible quantité, il n'est pas récupéré.

Pour les bovins : 1 - 5 l par jour

Pour les petits animaux : 0,2 - 0,5 l par jour. (5)

- les déjections : ce sont les excréments des bovins, leur pollution est importante, estimée à 15 g de DBO5 par litre.

Les abattoirs ne disposent pas d'aires à fumier pour le stockage, ni de fosse à purin qui n'est pas récupéré.

Le fumier composé de déjections et du purin s'amoncelle sur une aire indéfinie, la fréquence d'enlèvement étant irrégulière.

2 - SALLE DE SAIGNEE

Sang et eaux de drainage chargées de sang.

a - Provenance

L'abattage rituel est pratiqué selon les préceptes de l'islam pour les bovins, caprins et ovins.

b - Quantité de sang produite

Le sang recueilli correspond à 1/10 - 1/20 du poids vif de l'animal

cheveaux et bovins adultes :	12 l
petits ruminants :	0,5 l - 1 l
porcs :	3 - 4 l (5)

La quantité de sang recueillie varie en fonction du temps de saignée et d'égouttage.

c - Devenir du sang

Le sang de toutes les espèces animales rejoint en totalité les eaux résiduares.

d - Charge polluante du sang

Elle est prépondérante dans les abattoirs.

Pour les grandes espèces 8 000 mg DBO5

Pour les petites espèces 5 000 mg DBO5

par kg de carcasse (5)

e - Equipement des abattoirs

L'absence de matériel de récupération du sang est notoire, le mode d'abattage étant une contrainte pour cette pratique. Seul le sang de porc est récupéré dans une faible proportion.

L'équipement nécessaire est constitué des éléments suivants :

- bac à saignée : dont les dimensions sont fonction de la capacité d'abattage. Les paramètres à considérer sont : le temps de saignée, le temps d'égouttage, l'encombrement de la file d'abattage ;

- citerne de récupération du sang : faisant suite au bac de saignée. Sa capacité est proportionnelle au volume de sang théorique susceptible d'être récupéré le temps de deux vidanges.

f - Destination du sang récupéré

Le tableau I recense les destinations possibles

TABLEAU I : Destination du sang récupéré

Epandage	faible pourcentage
Récupération	faible pourcentage
Traitement dans l'abattoir	sang de porc (uniquement)
Rejet dans le milieu naturel	pourcentage élevé

e - Utilisations possibles du sang récupéré

L'utilisation courante se fait en alimentation animale après un traitement industriel de déshydratation. En alimentation humaine le sang est utilisé pour la confection de boudins à partir du sang de porc.

Sous forme de sang frais ou séché, plasma frais, séché ou congelé, protéines globulaires il peut avoir diverses utilisations possibles en charcuterie comme liants.

TABLEAU II : Estimation de la quantité de sang produit et devenir du sang

Abattoirs	Volume m ³ %		Rejet dans le milieu extérieur
Abattoir régional	25 - 50	2	75 %
Abattoir urbain	1400	92	100 %
Abattoir particulier	10 à 15	4	50 %

SOURCE (32)

TABLEAU III : DBO5 rejetée en fonction du pourcentage de récupération du sang

% de récupération		Grands animaux	Petits animaux
<i>Can ces de. DBO5 par gramme de</i>			
Excellente	90 %	0,7	0,4
Bonne	50 %	0,9	0,8
Passable	15 %	4,8	3,5
Nul	1 %	6,5 à 7,5	4,8

SOURCE (5)

3 - HABILLAGE DES ANIMAUX OU "DRESSING"

Il comprend les opérations de dépouille, d'éviscération, de la fente médiale des carcasses suivie de leur lavage.

Les porcs et les volailles subissent l'opération d'échaudage dans un bac contenant de l'eau chaude. Ces opérations sont à l'origine de déchets solides comme les lambeaux de peaux arrachées, les esquilles d'os, les débris de tissus conjonctifs et graisseux.

L'eau du bac d'échaudage des porcs se charge de sang, de soies, de sable. Pour les volailles, ce sont les plumes arrachées, fientes, souillures de plumage.

4 - L'EVISSERATION

Elle consiste en l'ablation des organes thoraciques et abdominaux, réalisée chez toutes les espèces abattues. Faite dans de bonnes conditions, elle produit peu de déchets solides.

Chez les bovins, lors de manipulations défectueuses, il y a risque de rupture des réservoirs digestifs et d'écoulement du jus de rumen. L'éviscération thoracique laisse quelques esquilles d'os, et de débris charnus.

Le respect de la diète hydrique entraîne la vacuité des réservoirs digestifs pour une manipulation saine.

5 - LAVAGE DES VISCERES

Un problème essentiel demeure la prépondérance de la charge polluante issue du mode de traitement des viscères.

Les viscères thoraciques (foie-cœur-poumon) sont commercialisés sans traitement préalable.

Les viscères abdominaux qui contiennent les matières stercoraires font l'objet d'une vidange complète suivie d'un lavage abondant à l'eau froide, avant commercialisation.

6 - LES MATIERES STERCORAIRES

Le local dénommé "triperie-boyauderie" n'existe pas, le traitement des estomacs des animaux (triperie), et les intestins (boyauderie) est effectué en plein air.

Les tripes et les boyaux sont vidés de leur contenu (matières stercoraires) qui rejoint le réseau d'égout.

Les modes de traitement et de transport hydraulique augmentent la charge polluante.

a - Equipement des abattoirs

Il existe différentes modes de transport des matières stercoraires.

- . transport hydraulique
- . transport par pompe
- . transport pneumatique
- . transport mécanique
- . transport manuel

Dans nos abattoirs, seuls les transports hydraulique et manuel sont mis en oeuvre. Ils consistent en un rejet direct dans l'égout, ou sur un terrain indéfini.

Pour un meilleur usage, il faudrait :

- Dans l'abattoir de faible capacité : le transport manuel ou mécanique est avantageux, mais nécessite la construction d'une aire de stockage bâchée.

- Dans l'abattoir de grande capacité : les matières stercoraires sont très encombrantes, il faut disposer d'un égoutteur-compresseur, d'un canon pneumatique, et d'une aire de stockage bétonnée. (5)

b - Destination des matières stercoraires

- . L'épandage est possible sur des terres agricoles.
- . Rejet à l'égout pour les abattoirs disposant d'un collecteur, et d'un équipement de dilacération.
- . Digestion-anaérobie : production de biogaz.

TABLEAU IV : Quantité de matières stercoraires chez les ruminants en m³ par tonne de carcasse (suppose la diète préalable)

Animaux	Quantités de Matières stercoraires par tonne de carcasse (en m ³)
Grands animaux	0,167
Veaux	0,020
Ovins-Caprins	0,250

SOURCE (5)

Le tableau IV est une évaluation de la quantité de matières stercoraires chez les ruminants.

Le tableau V est une estimation de la charge polluante des eaux due aux matières stercoraires.

TABLEAU V : Charge polluante des eaux due aux matières stercoraires en fonction du mode de transport et du type de traitement (en gramme de DBO₅ par kg de carcasse)

Mode de transport de traitement	Hydraulique	Par pompe	Pneumatique	Mécanique	Manuel
Egouttage statique	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Pressage	3,5	1,2	1,2	1,2	0,5
Incinération	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Pas de traitement	3,0	0,5	0,5	0,5	0,5

SOURCE (5)

Pour les grands animaux les charges de pollution sont :

. grands bovins : 6,5 de DBO₅ par kg de carcasse

. porcs	:	0,8 g	"
. mouton	:	1,8 g	" (5)

7 - TRIPERIE-BOYAUDERIE

L'importance de la pollution dépend du mode de travail. Le lavage à froid augmente considérablement la DBO5 produite (0,4 g par kg de carcasse).

a - Equipement des abattoirs

Il est inexistant en triperie-boyauderie, tous les déchets des opérations de traitement sont rejetés à l'égout.

b - Equipement nécessaire

- Récipients de déchets : pour recueillir le contenu des boyaux
- Vidoirs pour récupérer les boyaux bruts et leur transport
- Bacs de dégraissage : les eaux usées étant riches en matières grasses.

8 - EQUIPEMENT D'ECHAUDAGE DES PORCS ET VOLAILLES

L'apport polluant est faible, l'eau du bac est très chargée en déchets divers, ce qui altère la qualité bactériologique des carcasses.

Le renouvellement de l'eau du bac est irrégulier. L'équipement nécessaire est constitué d'un dégraisseur et d'un clarificateur mécanique.

Pour l'abattage des volailles il faut : un équipement de collecte et de transport des résidus de la plumaison.

La collecte hydraulique est une méthode très polluante réservée aux abattoirs de grande capacité. Elle est mise en oeuvre avec :

- . le recyclage de l'eau de transport
- . la séparation des plumes de façon statique ou manuelle
- . le stockage des plumes en fût, en bac, ou en silos
- . la collecte sous les plumeuses, la pollution est insignifiante
- . le transport mécanique : peu polluant, mais il faut aménager un tapis roulant.

Les plumes récupérées sont mises à la décharge avec possibilité de récupération pour la fabrication de farine animale. (5)

9 - PRODUITS D'ABATTAGE

Un animal abattu donne deux types de produits :

- la carcasse qui correspond au corps entier de l'animal de boucherie après saignée, dépouille, éviscération et ablation des extrémités au niveau des carpes et tarse, de la tête et des mamelles.

- le cinquième quartier comprenant l'ensemble des éléments obtenus, en dehors de la carcasse. Les éléments du cinquième quartier sont classés en abats et issues.

Les opérations de finition de la carcasse : (parage, épiluchage du gras, écharnage) engendrent des déchets organiques importants.

Le cinquième quartier peut être extrêmement polluant en fonction du mode de travail et du devenir du cinquième quartier.

Les opérations de saisie pour insalubrité ou répugnance aboutissent à la mise en décharge des produits saisis.

Il n'existe pas encore d'industrie d'équarrissage.

10 - TRAITEMENT DES CUIRS ET PEAUX

Les cuirs et peaux subissent des opérations particulières de conservation, de séchage puis de stockage. Lors de leur conservation par arsenicage ils sont trempés dans des bains arsenicaux. Les bains issus des traitements ne subissent aucune forme d'épuration avant leur rejet. Leur charge organique est faible, mais leur impact écotoxicologique est très important.

11 - EAUX DE NETTOYAGE ET DE LAVAGE

Les eaux proviennent des opérations suivantes :

- lavage des carcasses, du matériel de travail et des véhicules (bétailières),
- nettoyage des locaux : (local de saignée, d'éviscération),
- mesures de lutte contre les agents nuisibles.

Les désinfectants et antiseptiques utilisés sont des corps toxiques peu biodégradables.

12 - POLLUTION DUE AU PERSONNEL

La pollution du personnel d'abattoir est faible par rapport à celle des rejets.

Elle provient soit :

- des locaux d'aisance
- des fosses septiques

La formule suivante donne une estimation de la charge polluante

$$DBO(/kg/j) = 0,35 + 0,00035 Q$$

(Q : en tonnes étant le tonnage annuel de carcasses). (5)

13 - EAUX DES INSTALLATIONS DE FROID

Les frigorifiques n'existent pas dans tous les abattoirs. Même lorsqu'ils existent leur fonctionnement reste irrégulier.

Les eaux de lavage et de dégivrage qui en proviennent ont une charge polluante négligeable.

B - DANS L'INDUSTRIE LAITIERE

Les opérations de transformation et de conditionnement du lait exigent de grandes quantités d'eau potable, qui seront rejetées sous forme d'eaux résiduaires. Le lait est un liquide biologique composé d'eau et de matières organiques très biodégradables.

L'eau est utilisée à diverses fins notamment pour :

- préparation des produits laitiers
- lavage du matériel
- nettoyage des équipements et installations

Cette eau industrielle comprend :

- l'eau de chaudière, stockée dans une citerne fournissant de la vapeur d'eau et l'eau des échanges thermiques. Elle peut être recyclée après un certain nombre de passages.

- L'eau de refroidissement sous forme d'eau froide, d'eau glacée dans les échangeurs thermiques. Elle représente la majorité de l'eau mise en circulation dans les établissements laitiers.

Les besoins globaux sont estimés par rapport à l'importance de la récupération de sous-produits et du recyclage.

Les eaux résiduaires se constituent à chaque étape de la production, entraînant une perte de lait et d'eau.

1 - APPROVISIONNEMENT EN LAIT

Les pertes de lait varient en fonction du mode d'approvisionnement.

Lors de la traite manuelle, les pertes de lait s'observent au cours des opérations de transfert du lait des seaux de traite vers les bidons de collecte, ensuite vers les camions citernes.

Le volume perdu varie entre 0,5 à 1,5 % du volume total. Pour la traite mécanique, les pertes sont négligeables à condition que les conduites de lait (lactoducs) et les cuves de stockage soient étanches.

Lors de la reconstitution du lait les pertes de lait sont importantes par les jets de lait occasionnés par la manipulation.

2 - PREPARATION DES PRODUITS LAITIERS

Elle constitue l'étape la plus polluante. Les établissements laitiers ont des équipements et installations qui sont la plupart du temps dans un état défectueux. Cette vétusté entraîne beaucoup de fuites de lait dans la chaîne de fabrication, notamment :

- pendant le traitement thermique
- au cours du remplissage et du conditionnement
- pendant le refroidissement

Divers constituants du lait, le lait caillé, le bas-beurre, le lactosérum sont retrouvés. Ce qui nécessite d'énormes quantités d'eau de lavage.

3 - LABORATOIRES DE CONTROLE

Le laboratoire rejette des produits chimiques lors des analyses physico-chimiques et bactériologiques. Ces effluents ne sont pas dangereux, mais sont indésirables dans le choix d'un traitement poussé des eaux usées.

4 - NETTOYAGE ET LAVAGE

Les pertes d'eau se retrouvent lors du nettoyage du plancher souillé par les jets de lait permanents, ou à la suite de fuite dans le circuit du lait.

Le système de nettoyage peut contribuer à la charge hydraulique des rejets lors d'usage de robinets sans jet de pression. Certains établissements disposent d'un système de nettoyage en place pour réduire la consommation d'eau.

Les produits utilisés sont des détergents, des désinfectants, des détartrants. C'est ainsi que les acides (nitrique ou sulfurique) et la soude sont couramment utilisés.

5 - EAUX DE RECYCLAGE

Les eaux des échanges thermiques sont rejetés, s'il n'y a pas possibilité de recyclage. Seuls certains établissements équipés font le recyclage.

6 - EAUX RESIDUAIRES

Dans l'industrie laitière, le volume des eaux résiduaires est ramené au volume de lait traité. Le volume des rejets $v = 2,9 \pm 0,65$ l par litre de lait traité. (26)

Ce chiffre est encore plus élevé dans notre industrie laitière, vu l'état défectueux des équipements et installations existant, et du mode de fonctionnement.

La prédominance des opérations manuelles est source d'une importante perte de lait et d'eau.

Dans les établissements de faible capacité, la moyenne du rejet est de : 3,8 l par litre de lait traité, à cause de la multiplicité des opérations de lavage et de nettoyage. (26)

La composition se détermine en dosant un certain nombre d'éléments minéraux et organiques dont les teneurs sont données cis-dessous.

a - Eléments minéraux

. l'azote ammoniacal : ~ 47 mg/l d'eau résiduaire dont 80 % d'origine protéique et 20 % d'origine ammoniacale.

. le phosphore : 52 mg/l en moyenne

. le potassium : véhiculé par les eaux de nettoyage ; sa teneur dans les rejets est de 46 mg/l

. le chlore sous forme de chlorures dans les produits de désinfection : environ 290 mg/l d'eau de rejet

. le sodium retrouvé à une concentration maximale lors d'utilisation d'échangeurs d'ions. (26)

b - Eléments organiques

- Les matières en suspensions (MES)

Leur valeur moyenne 500 mg/l, elle peut être élevée lors de perte de lait et produits dérivés, ou dénaturés.

- La demande biologique en oxygène (DBO5)

Elle peut s'exprimer en grammes par litre d'eaux usées, ou par la charge polluante moyenne en gramme de DBO5 par litre de lait traité.

DBO = 1,5 g/l d'eau usée (26)

DBO = 4,5 g/l de lait traité

- La demande chimique en oxygène (DCO)

La moyenne mesurée est d'environ 2,6 g/l. Elle varie suivant la diversité des produits élaborés. La charge de DCO par litre de lait traité avoisine 7,7 g/l.

- La valeur du rapport DCO/DBO des rejets de l'industrie laitière renseigne sur la biodégradabilité, c'est-à-dire leur épuration par voie biologique.

Les chiffres disponibles donnent une valeur de 2,5, actuellement les valeurs tournent autour de 1,5 - 1,7 à cause de l'usage des produits de synthèse pour la désinfection et le nettoyage. (26)

7 - ECONOMIE D'EAU REALISABLE

Le gaspillage d'eau et les pertes de matière première peuvent être réduits par un certain nombre d'équipements et de techniques.

L'équipement nécessaire :

- robinets à jet de pression, de fermeture automatique
- cuves et citernes de stockage étanches
- mise en place d'un "système de nettoyage en place" ou "clean in place" (CIP)

Technique réalisable

- recyclage des eaux d'échanges thermiques

Pour les pertes de matière lactée : il convient de résoudre le problème de la vétusté des installations, et de l'automatisation maximale des opérations de production.

8 - REDUCTION DE LA CHARGE POLLUANTE

Elle concerne les moyens de récupération et de revalorisation des sous-produits de l'industrie laitière.

C'est une filière non développée dans nos établissements laitiers, car leurs activités ne sont pas polyvalentes.

Par contre les eaux résiduaires laitières, après un séjour en bassin de lagunage aéré sont utilisables pour l'épandage.

Les produits laitiers périmés sont repris pour la fabrication de lait fermenté.

Les tableaux VI, VII, VIII et IX sont des évaluations de la quantité d'eau utilisée et des charges polluantes résiduelles.

TABLEAU VI : L'eau dans l'industrie laitière

Poste de consommation	Eau alimentaire en litre par litre de lait traité	EAUX D'ECHANGES THERMIQUES	
		Eau de chaudière en litre par litre de lait	Eau froide industrielle en litre par litre de lait traité
Réception, standardisation			
Pasteurisation, stockage du lait :			
. lait reçu en citerne	0,15 à 0,3	0,050 à 0,080	0 à 2
. lait reçu en bidons	0,5 à 1	0,80 à 0,150	2 à 6
Ateliers de fabrication :	0,2 à 0,5	0,010 à 0,150	0,2 à 0,5
. lait pasteurisé	0,5 à 1,5	0,200 à 0,350	2 à 4
. yaourts	0,5 à 1,5	0,300 à 1,400	5 à 10
. lait condensé			

SOURCE : C.T.G.R.E.F. (1976) (26)

TABLEAU VII : Charges polluantes en DBO, DCO, ET MES (en g par litre de lait traité)

Activité	MES (g/l de lait traité)	DBO (g/l lait traité)	DCO (g/l lait traité)
Usines polyvalentes	1,68 ± 0,78	6,0 ± 2,13	11,28 ± 5,99
Lait de consommation	1,27	1,49	2,69
Fromagerie	1,92 ± 0,85	6,2 ± 2,14	10,69 ± 5,40
Beurreries	0,98	2,15	3,88
Poudre de lait	0,31	0,80	1,51
Moyenne arithmétique			

C.T.G.R.EF (1976) SOURCE (26)

TABLEAU VIII : Les concentrations en DBO, DCO, MES et MVS (en mg/l d'eaux résiduaires), Rapport DCO/DBO

Activité	M.E.S. mg/l	M.V.S. mg/l	DBO mg/l	DCO	DCO/DBO
Usines polyvalentes	389 ± 42	340 ± 29	247 ± 241	2540	1,62 ± 0,18
Fromageries	519 ± 105	432 ± 103	1745 ± 311	3180 ± 421	1,90 ± 0,19
Beurreries	607	671	1700	3010	1,80
Lait de consommation	388	305	510	865	2,22
Poudre de lait	305	250	930	1740	1,88

C.T.G.R.E.F. (1976) SOURCE (26)

TABLEAU IX : La DBO des produits laitiers

PRODUITS	DBO en mg/l
Lait entier (à 3,6 % de M.G.)	103 000
Lait écrémé (à 0,1 % de M.G.)	73000
Lait concentré (à 7,9 % de M.G.)	208 000
Lait en poudre écrémé (à 0,9 % M.G.)	737 000
Crème (à 40 % de MG)	399 000
Lactosérum	32 000
Babeurre	72 000

SOURCE (26)

C - DANS L'INDUSTRIE DE PRODUITS HALIEUTIQUES

L'industrie de transformation des produits de la mer a besoin d'un approvisionnement abondant en eau potable. Les critères de qualité de l'eau destinée aux traitements doivent inclure l'aspect économique du traitement de l'eau, la situation de l'environnement, et les usages spécifiques.

Les normes prescrites par l'usage font appel à des paramètres physiques, chimiques et biologiques spécifiés pour déterminer les types de traitement de l'eau avant usage.

L'eau employée provient

- du réseau d'adduction
- de la mer : la plupart des usines de traitement sont situées à proximité des côtes littorales.

L'eau potable et l'eau de mer exemptes de substances nuisibles et répondant aux normes microbiologiques sont utilisées pour :

- 1 - transport et lavage des produits de pêche
- 2 - fabrication de glace
- 3 - opérations de traitement
- 4 - nettoyage de l'usine
- 5 - entreposage congelé et autoclavage

Différentes sources de pollution

1 - DECHARGEMENT ET ENTREPOSAGE

a - Déchargement

Les opérations sont manuelles ou mécaniques. Dans le déchargement manuel, un récipient (seau, ou salabarde) est abaissé dans la cale du bateau et rempli de poissons ; il est ensuite remonté, à la main, ou mécaniquement sur le débarcadère. Les poissons sont mis dans une trémie, une bande transporteuse, ou sur une table de tri. De l'eau de mer propre ou de l'eau potable permet de nettoyer pendant et après le déchargement.

Déchargement mécanique : un système portatif transfère automatiquement les produits de pêche sans dommages physiques. Il contribue à accroître l'efficacité et la qualité des livraisons. L'équipement nécessaire comporte des :

- pompes à pression
- bandes transporteuses

La plupart des pompes à pression utilisent de l'eau comme moyen de transport à côté d'un modèle qui utilise un courant d'air.

b - Entreposage des produits de mer en vrac

Les poissons et fruits de mer sont des denrées extrêmement périssables. Pour en protéger la qualité, une réfrigération rapide, et une conservation dans des conditions hygiéniques sont nécessaires.

L'opération d'entreposage s'effectue dans des cuves contenant de :

- l'eau de mer réfrigérée
- de la saumure réfrigérée
- de la glace en paillettes fondante

2 - LES OPERATIONS DE TRAITEMENTS

Les principales opérations nécessitant de l'eau dans l'industrie des produits de mer sont : le filetage, la congélation, la marinade, la mise en conserves, le traitement des fruits de mer.

a - Le filtage

Il consiste à séparer les parties charnues (musculaires) du reste du poisson. Deux méthodes sont utilisées :

. Une chaîne humide : où le filtage est effectué manuellement ; on emploie des bacs ou de l'eau entraînant le produit brut et les déchets.

. Une chaîne sèche : avec filetage mécanique, utilisant un système de bandes transporteuses pour entraîner le poisson.

Il existe de grosses différences de consommation d'eau d'une usine à l'autre, avec parfois un tonnage de poisson traité équivalent. Cela reflète le gaspillage d'eau lié aux nombreuses opérations de transformation manuelles.

Il faut remarquer les variations importantes de l'utilisation d'eau liées au débarquement brusque de grosses quantités de poissons.

Dans les usines de faible capacité, le poisson fileté est dépiauté à la main. Le dépiautage consiste à enlever la peau du poisson. Les filets sont lavés et conditionnés immédiatement.

Dans les usines de grande capacité, le poisson est lavé par pulvérisation, puis entraîné par bande transporteuse jusqu'à la chaîne de filetage, enfin vers la chaîne de dépiautage.

Le lavage du poisson se déroule dans une machine à tambour, et permet de réduire la charge bactérienne.

b - L'opération de marinade

Dans la fabrication des produits marinés, les poissons sont entraînés par courant d'eau ou par bande transporteuse, de l'aire d'entreposage, jusqu'à une tronçonneuse manuelle ou mécanique. A ce niveau, la tête, la queue, les arêtes, les viscères sont éliminés.

Les filets découpés sont placés dans des barils ou des cuves contenant une solution de saumure et d'acide acétique. Quelques jours après, cette opération est reprise. l'entreposage congelé dure deux semaines avant que les filets ne soient dépiantés et reconditionnés.

Les besoins en eau douce sont de l'ordre de 21 l/kg de poisson traité.

c - Mise en boîtes de conserves

Après le traitement de saumuration et le remplissage des boîtes de conserves, celles-ci sont transmises au poste de thermostatisation ou autoclavage. Ce traitement exige de grosses quantités d'eau recyclables, surtout pour l'opération de refroidissement des boîtes de conserves.

d - Congélation et entreposage congelé

L'eau est utilisée à diverses fins :

- . Refroidissement des condenseurs
- . Dégivrage des évaporateurs
- . Glaçage des produits pour servir de milieu d'emballage

3 - TRAITEMENT DES FRUITS DE MER

Les fruits de mer traités dans l'industrie de produits de mer sont les crustacés et les mollusques, parmi ceux-ci

- des crevettes
- des seiches
- des poulpes

Ces fruits de mer peuvent accumuler des microorganismes nuisibles pris dans leur zone de croissance, par suite de la pollution par les eaux d'égouts déversées.

Le processus de stabulation en cuves dans de l'eau de mer propre, permet de purifier les stocks de fruits de mer avant toute transformation.

La figure V traite de l'eau utilisée dans les opérations relatives aux crustacés et mollusques.

4 - OPERATIONS ACCESSOIRES

Eau chaude

Pendant le fonctionnement de l'usine, de l'eau potable à une température minimum de 82°C est exigée. Les besoins sont estimés à environ 19 l/jour/ouvrier et 8l/jour/employé de bureau.

Quantité d'eau nécessaire/heure

- 850 l/douche

- 45 l/lavabo

a - Eau de nettoyage

L'eau est un solvant pour les méthodes de nettoyage dans l'industrie de pêche. Elle élimine les saletés et souillures dispersées par l'action des composés détergents. Les tuyaux sont dotés de buses destinées à produire des jets d'eau ou éventail, pour un nettoyage rapide et efficace.

Le jet en éventail permet de déloger les débris ou les particules de poissons pris dans les fentes profondes, les interstices et le matériel. Les buses sont dotées de robinets d'arrêt pour éviter de gicler et économiser l'eau.

b - Eau pour l'installation de cuisson

La qualité de l'eau fournie dépend de la source d'eau d'origine. Certaines eaux contenant des impuretés nécessitent un traitement préalable.

Les installations de cuisson sont de type traditionnel, cuisson en barils ou dans des bassines. Les eaux issues de ces installations sont très chargées en matières organiques en suspension.

5 - RECUPERATION DES REBUTS DE BOUCHERIE

Les déchets de fabrication sont produits en grande quantité et les rebuts de boucherie représentent un pourcentage élevé des produits transformés.

L'industrie thonière laisse environ 37 % de rebuts récupérables.

L'exigence des normes de qualité et d'hygiène entraîne l'élimination des poissons ou fruits de mer défectueux récupérables par la suite.

Tous ces déchets sont revalorisés par une usine de transformation en farine animale.

6 - EAUX RESIDUAIRES

Les eaux usées issues des usines de traitement des produits de mer diffèrent peu de celles issues de l'industrie d'abattage, leur charge polluante organique est dominante. Les mêmes paramètres permettent de les caractériser.

- . MES
- . DCO
- . DBO5
- . Graisses
- . Ammoniac
- . Azote total

Les eaux résiduaires se composent d'effluents liquides et solides.

a - Les effluents liquides

Ce sont essentiellement :

- les eaux de lavage des produits en transformation composées par de l'eau de sang de poisson, et l'eau de dégivrage riche en mucosités,
- l'eau de colle issue du suc de pression riche en graisses
- l'eau de saumurage contenant de l'acide acétique
- l'eau de sulfitation riche en sulfites et en hypochlorures de potassium lors du traitement des crevettes,
- l'eau d'évacuation de l'encre des poulpes, qui est de l'eau très noirâtre,
- les eaux usées ménagères : elles trouvent leur origine dans les installations sanitaires (toilettes et urinoirs),
- les eaux issues des installations de réfrigération, elles sont recyclables,
- les effluents du laboratoire d'analyse

b - Les effluents solides

Ils sont issus de la boucherie

- Etêtage

C'est la section manuelle de la tête des poissons, la section de la queue lui fait suite.

- Exsanguination

La quantité de sang émise varie en fonction de la taille et de l'espèce de poisson. Le sang s'écoule sur le plancher, et n'est pas récupéré.

- Eviscération

C'est l'extirpation des viscères ; ils sont très putrescibles.

- Filetage

Il permet de séparer les parties musculaires du reste du poisson. Elle est réalisée manuellement ou mécaniquement.

- Parage

Opération qui consiste à enlever les parties musculaires non comestibles, comme les muscles sombres.

- Dépiautage

C'est la dépouille de certains poissons, les peaux arrachées sont récupérées en décharge.

- Broyage

Lors de la fabrication de conserves de poissons, il est précédé du tranchage. De nombreux débris de chair restent adhérents aux machines.

TABLEAU X : Utilisation de l'eau dans une usine de produits halieutiques

Opérations	Pourcentage d'eau utilisée
Entraînement du poisson entier des filets et des déchets	50 - 65
Lavage, écaillage, filetage et dépiantage du poisson	15 - 25
Nettoyage (usine)	12-18
Fabrication de glace	3 - 6
Toilettes et lavabos	1 - 2
Eau de l'installation de cuisson	1 - 2

SOURCE (11)

TABLEAU XI : Pourcentage d'eau utilisée à différentes fins dans les opérations de traitements

Opérations	Pourcentage d'eau consommée
Etêtage, éviscération du poisson (mécanique)	20 - 25
Autoclavage et refroidissement des boîtes	15 - 20
Nettoyage de l'usine	15 - 20
Tables de nettoyage	12 - 15
Eau d'appoint pour installation de cuisson	12 - 15
Bande transporteuse et lavage du poisson	7 - 10
Toilettes et lavabos	2 - 4

SOURCE (11)

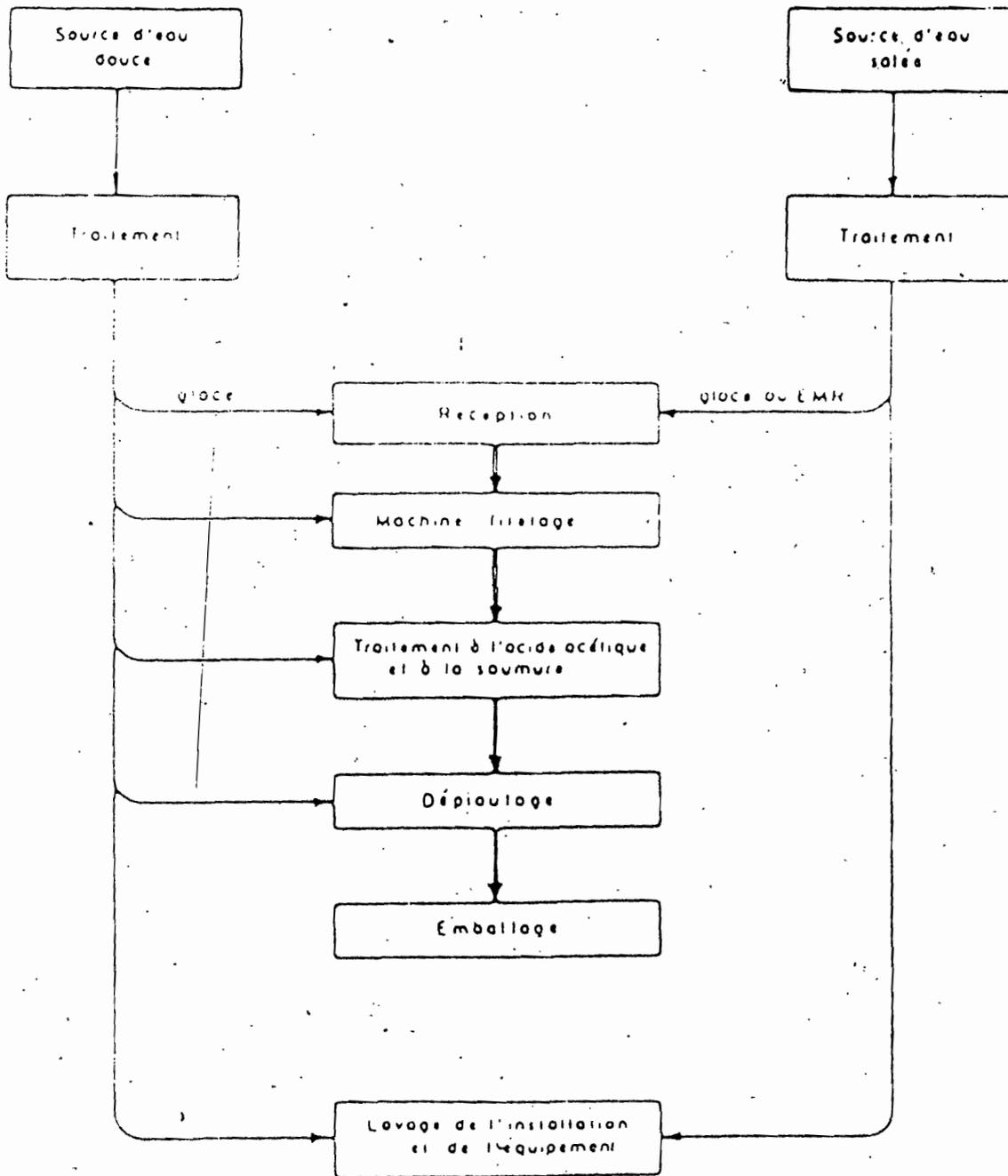


FIGURE 3 : Utilisation de l'eau dans les opérations de marinade. (11)

FIGURE 4 : Utilisation de l'eau pour le filetage, la congélation et l'entreposage réfrigéré du poisson. (11)

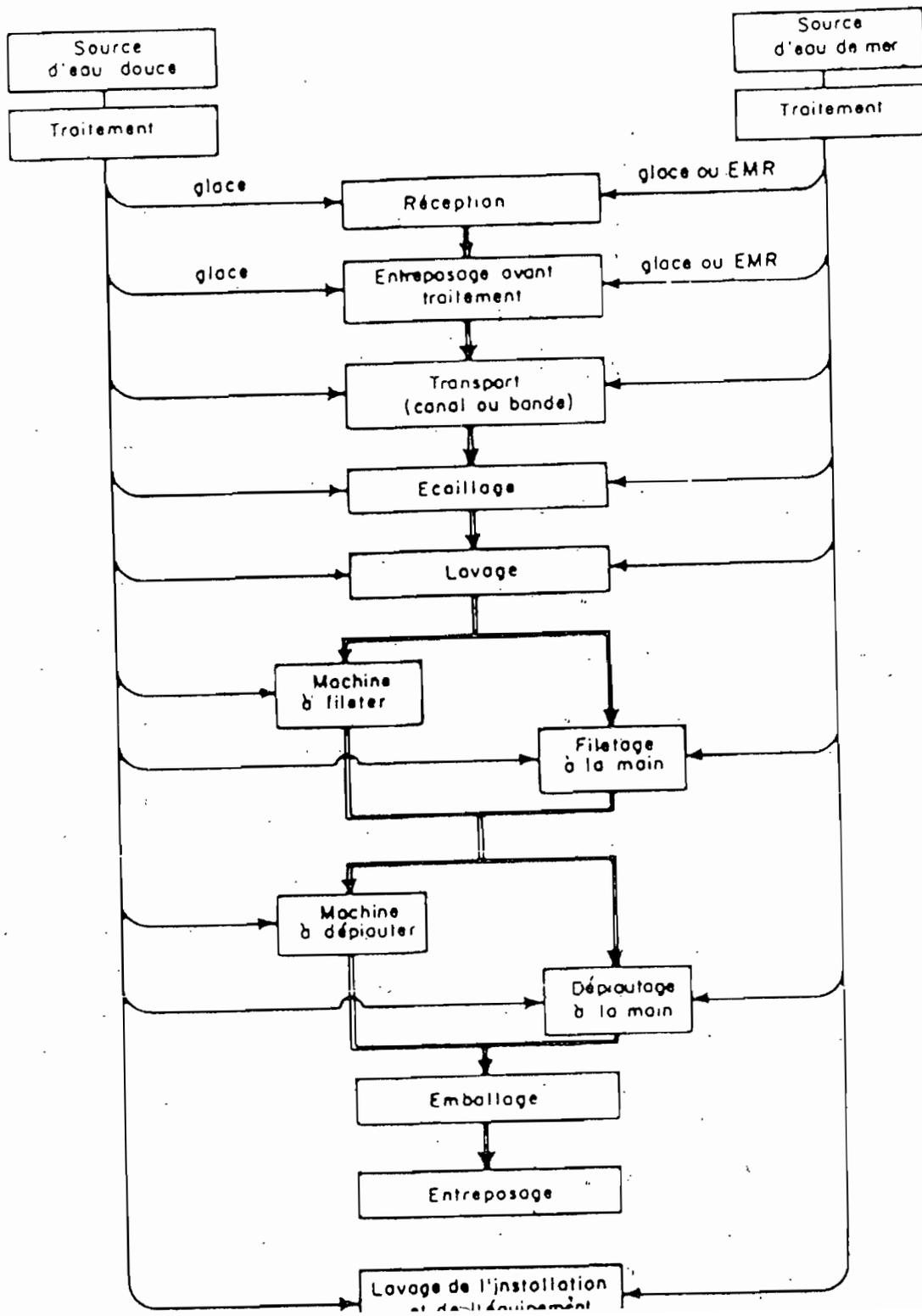
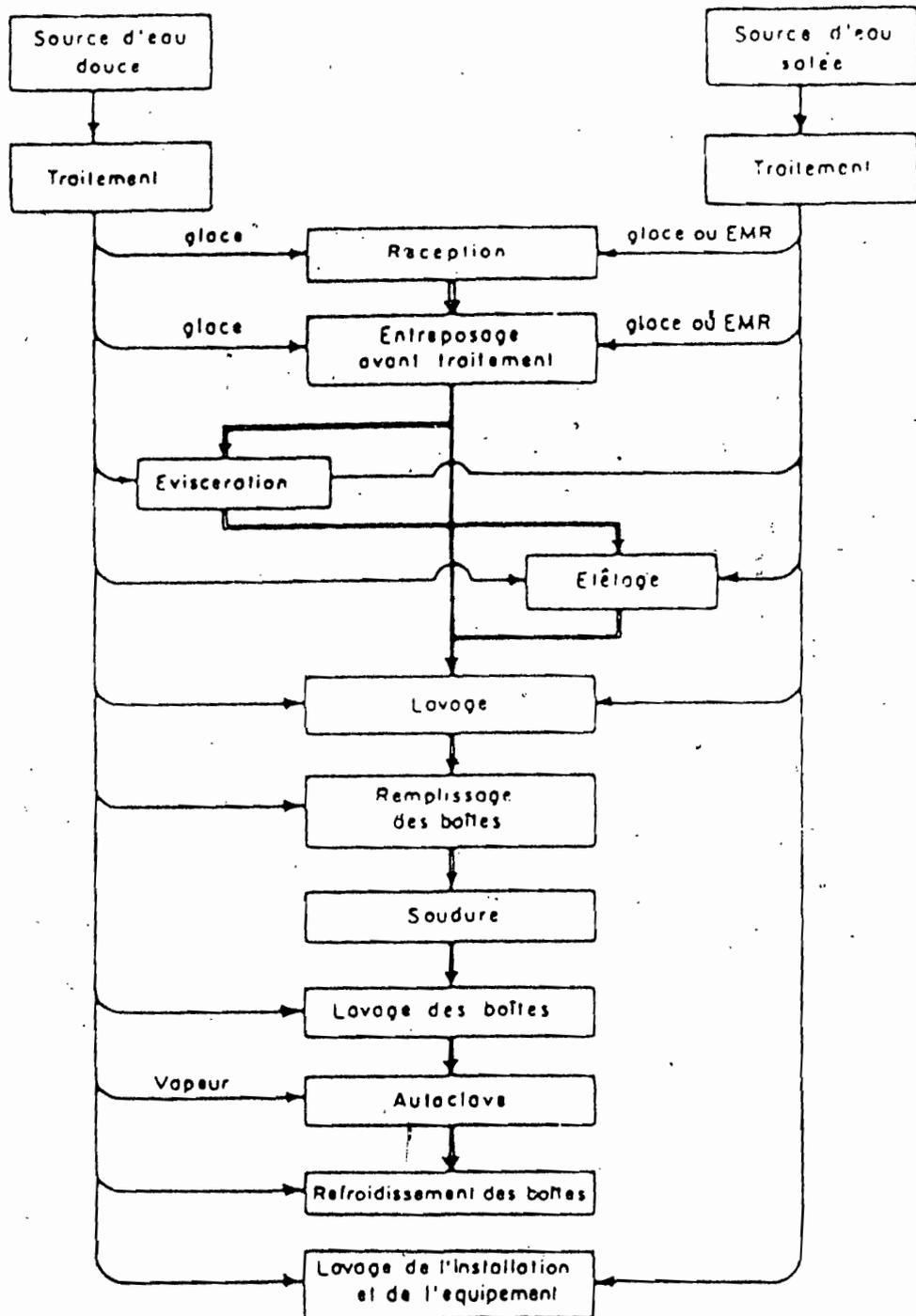


FIGURE 5 : Utilisation de l'eau dans les opérations d'apertisation. (11)



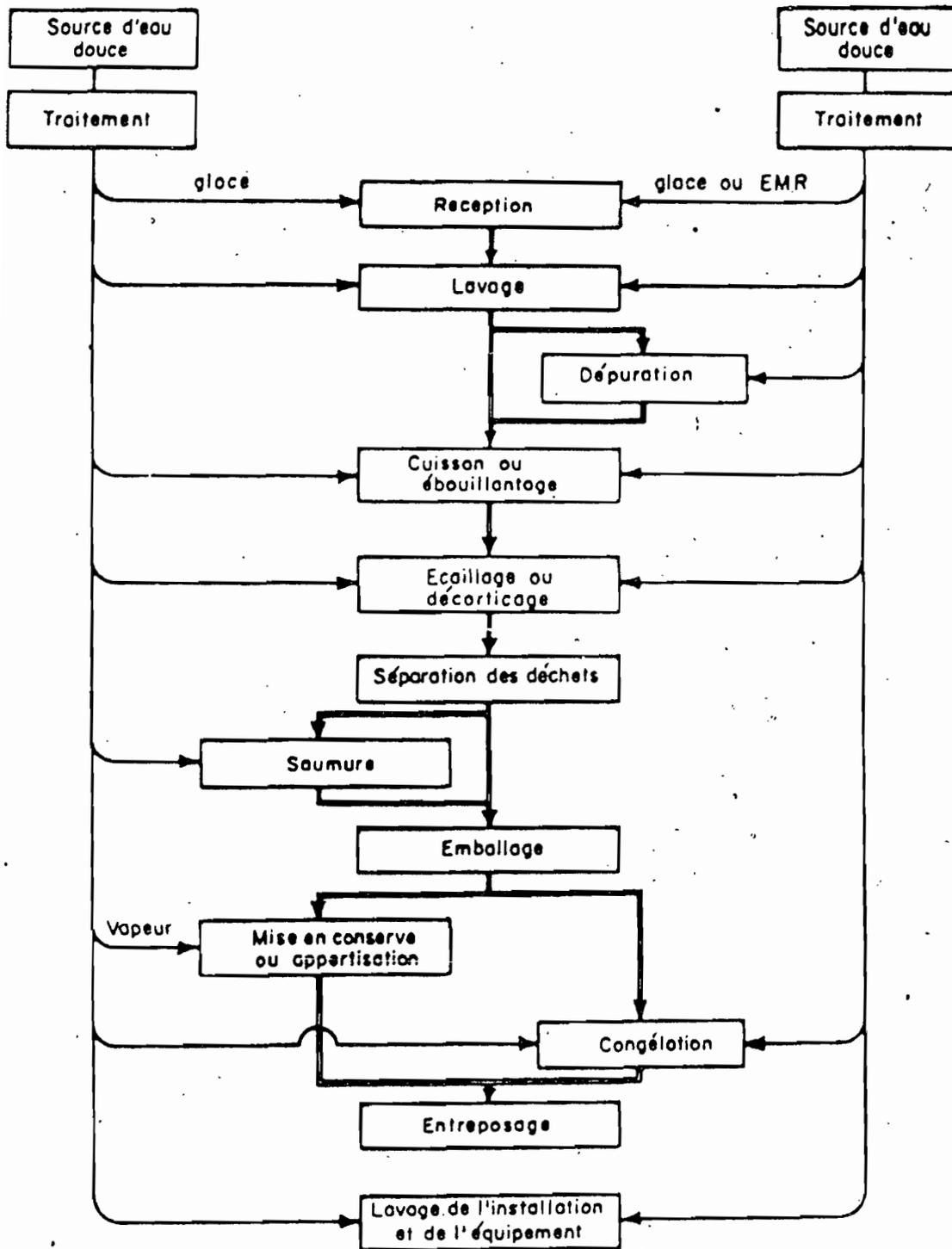


FIGURE 6 : L'eau utilisée dans les opérations relatives aux crustacés et mollusques. (11)

DEUXIEME PARTIE

NIVEAU DE TRAITEMENT DES EAUX RESIDUAIRES

CHAPITRE II : NIVEAU DE TRAITEMENT DES EAUX RESIDUAIRES

A - DANS L'INDUSTRIE D'ABATTAGE

Nous évoquerons successivement le cas

- de l'abattoir urbain
- des abattoirs régionaux

1 - ABATTOIR URBAIN

a - Epuration des eaux résiduaires

Le fonctionnement d'une station d'épuration complète nécessite quatre étapes :

- la collecte des eaux usées
- le prétraitement
- le traitement des effluents
- le traitement des boues

- La collecte des eaux usées

Le schéma de conception du réseau de collecte doit réaliser de façon parfaite la séparation des effluents pollués des effluents non pollués.

- Les effluents pollués comprennent toutes les eaux issues de la chaîne d'abattage.
- Les effluents non pollués

Ce sont les eaux de recyclage, les eaux de pluies recueillies dans les secteurs sains.

Ceci n'est pas réalisé au niveau de l'abattoir urbain.

La collecte des eaux usées se fait selon un système unitaire rejoignant en sortie un collecteur principal. Le système de collecte est sommaire consistant en des canalisations à ciel ouvert attenant aux différents locaux de travail.

Les différentes canalisations qui se rejoignent proviennent :

- . des égouts de l'abattage
- . canal de collecte du sang
- . canal des eaux de lavage
- . canal de l'aire "triperie-boyauderie"
- . des égouts de traitement des "cuirs et peaux".

L'inconvénient majeur de ce système de collecte est la stagnation des eaux résiduaires occasionnée par

- . le rejet des matières stercoraires
- . le rejet de caillots sanguins

- Les prétraitements

Les opérations de prétraitements permettent le passage des eaux usées au travers de l'installation d'épuration.

Les étapes successives précédemment décrites conduisent à l'élimination des débris grossiers, des particules en suspension, les graisses, le sable, et les matières organiques diverses.

- Dégrillage

C'est l'élimination des éléments grossiers, des objets flottants charriés par l'eau et qui peuvent être un obstacle à l'écoulement des eaux usées.

Cette opération est réalisée à l'aide d'une grille d'espacement d'environnement 30 mm.

- Dilacération

C'est une opération particulière pour les eaux d'abattoir. Elle a pour but de déchiqueter les matières organiques. Elle présente quelque avantage surtout si les matières stercoraires sont rejetées à l'égout.

Le matériel nécessaire est d'un entretien délicat, et le fonctionnement mouvementé peut boucher les installations en aval.

L'abattoir n'en est pas pourvu.

- Dessablage

Il s'effectue par un ralentissement du courant dans le circuit favorisant le dépôt des particules de sable, de graviers. Le dessablage se fait par reprise du sable manuellement.

A l'abattoir, le dessablage n'a pas lieu, ce qui entraîne une stagnation permanente des eaux usées, ce qui est nuisible.

- Tamisage

Opération complémentaire du dégrillage car, elle élimine les particules de faible taille, les matières organiques peu biodégradables.

Elle est essentielle pour l'abattoir, car elle élimine du rejet 60 à 80 % des matières en suspension, et de 15 à 35 % de la DBO5 suivant la charge des eaux tamisées. Actuellement, elle n'est pas effectuée à l'abattoir.

- Décantation primaire

Elle entraîne le dépôt des particules en suspension dans les eaux résiduares très chargées, environ 2 à 5 g/l de matières en suspension. Elle permet d'éliminer à peu près 85 % des M.E.S. et 50 % de la DBO5.

L'abattoir n'est pas équipé de décantateur.

- Dégraissage

Dans l'abattoir, le poste de triperie-boyanderie véhicule des rejets riches en matières graisseuses. Ici le dégraissage est obligatoire en raison des inconvénients pour la station d'épuration.

Les eaux de triperie-boyauterie sont ainsi évacuées à l'état brut sans dégraissage.

- Bassin tampon

Le fonctionnement intermittent de l'abattoir entraîne une irrégularité des rejets. Le flux est minimal pendant la période creuse et maximale pendant la période d'abattage.

Le bassin tampon réduit la taille des ouvrages de l'installation en aval, et permet le rejet dans le système d'égout urbain pendant la période creuse.

L'abattoir n'en dispose pas.

Les déchets de prétraitement sont normalement repris et stockés sur les aires en attente de leur enlèvement.

Les prétraitements à l'abattoir sont pratiquement inexistantes, et les eaux résiduaires sont encore très chargées en matières organiques.

- Le traitement des effluents

Il consiste en élimination des matières polluantes précédant le rejet dans le milieu récepteur ; c'est l'épuration. Il est réalisé grâce à un certain nombre de procédés déjà décrits

- procédé naturel
- procédé biologique
- procédé physico-chimique

A l'abattoir urbain un procédé naturel est mis en jeu : - rejet dans un cours d'eau par le collecteur principal qui aboutit dans l'émissaire marin.

C'est une situation injustifiée, car le risque sanitaire encouru et la perturbation de l'écologie marine le long des côtes littorales restent préoccupants.

Par ailleurs l'inexistence d'une installation d'épuration entraîne une production nulle de boues revalorisables.

b - Valorisation des déchets solides

Nous considérons ici l'ensemble des déchets et sous-produits engendrés par l'activité de l'abattoir avec mention pour chaque sous-produit de l'utilisation qui en est faite actuellement.

. Les viandes saisies par les services vétérinaires. Elles sont destinées au zoo pour y nourrir les animaux, ou évacuées vers la décharge, selon les motifs de la saisie (32).

. Les os subissent un traitement pour la fabrication de farine d'os utilisée en alimentation animale.

. Les onglons et cornes sont conditionnés par l'exportation.

. Les soies, poils et petits déchets divers sont évacués sur la décharge.

. Le sang (environ 4,5 m³/j) n'est pas récupéré et part à l'égout. Une installation de production de farine de sang est disponible, mais n'a jamais fonctionné (32).

. Le fumier composé des déjections des bovins dans le parc de stabulation est enlevé une fois par mois, et destiné au maraîchage.

Les matières stercoraires constituent une proportion importante des déchets d'abattoir. Elles ne subissent aucune revalorisation et sont rejetées à l'égout.

c - Problèmes de pollution

Le site d'implantation de l'abattoir en pleine agglomération est avant tout un inconvénient majeur.

L'absence d'équipements et de techniques de réduction de la charge polluante est regrettable et entraîne une charge polluante prépondérante des eaux résiduaires. Le rejet direct en mer accentue les risques sanitaire et écologique (37).

- risque sanitaire : par la transmission de certaines maladies à germes hydriques
- risque écologique : par la perturbation du dynamisme vital du milieu marin récepteur.

Des normes de rejets provisoires ont été établies dont l'application n'est pas encore effective. Cependant l'abattoir sera contraint à court terme de concevoir une technologie adaptable et rentable

- . au traitement de ses eaux résiduaires
- . à la valorisation de ses déchets solides

L'adaptabilité de procédés de réduction de la pollution engendrée sera abordée dans le chapitre suivant.

TABLEAU XII : Rejet et sous-produit de l'abattoir urbain

	Abattoir urbain
Sang	4 500 l/j
Déjection	500 kg/j
Matières stercoraires	9 500 kg/j
Déchets divers	200 kg/j
Eaux résiduaires	130 m ³ /j

SOURCE (32)

TABLEAU XIII : Caractéristiques des effluents de la salle des bovins de l'abattoir urbain

MES	M.S.	PH	DCOb	DCOsd	DBO5	NTk
3,8	4	7,21	20,6	8,5	3,5	6,2 %

SOURCE (32)

Mes : g/l

Matières sèches : g/l

DCO brute : g d'O₂/lDCO soluble : g d'O₂/lDBO5 : g d'O₂/l

NTk : Azote Kjeldahl : % de la MS.

2 - ABATTOIR REGIONAL

Les abattoirs régionaux sont en majorité implantés en dehors des zones d'habitation, ainsi que le stipule la réglementation.

Ils sont quasiment sous-équipés au niveau de la chaîne d'abattage, et le traitement de leurs eaux résiduaires reste particulier.

Dans le cadre de l'épuration et de la valorisation des effluents d'abattoirs régionaux, on peut distinguer une situation récente, et une situation actuelle.

a - Situation récente

Récemment les abattoirs régionaux fonctionnaient en l'absence d'une station d'épuration complète, et les effluents étaient évacués comme suit : (2)

- Egout de l'abattage

Les eaux usées de la chaîne d'abattage étaient drainées hors des locaux vers un puits d'épuisement. De ce puits les eaux étaient refoulées vers une rigole d'arrivée en direction de l'installation d'épuration, équipée d'un dégrilleur en vue d'une épuration grossière.

Les eaux usées issues de la salle des abats et de la triperie-boyauderie passaient par un séparateur de boues et de graisses avant de s'écouler vers le puits d'épuisement.

Le pompage des eaux usées se faisait sur des lits filtrants qui étaient en mauvais état, à cause des contenus en suspensions (matières organiques), et de la faible perméabilité des sols couverts de boues et de végétation.

- Egouts de collecte du sang

L'abattage dans les abattoirs au Sénégal est conforme aux préceptes de l'islam. Le mode de sacrifice exigé rend difficile toute possibilité de récupération et de revalorisation du sang.

Entre chaque série d'abattage, l'aire de saignée est lavée à grande eau. Le sang dilué s'écoule dans une fosse de collecte spécifique. Afin de réaliser une forme de séparation, une tuyauterie spéciale pour le sang est mise en place dans la salle d'abattage, munie d'un bassin collecteur.

Les caillots de sang sont recueillis avec des seaux à partir du collecteur, pour éviter un colmatage de la pompe d'épuration. Le sérum exsudé rejoint les eaux usées.

- Egout du traitement des peaux

La conservation, le séchage, et le stockage constituent l'ensemble des opérations de la filière de traitement des peaux.

Le bassin d'immersion pour le traitement des peaux à l'arseniate est raccordé à une tuyauterie spéciale conduisant vers un puits perdu. Cette eau ne subit aucune forme d'épuration, et les puits ne permettent pas une infiltration suffisante de cette eau.

- Traitement des déchets solides

Au niveau des abattoirs régionaux ce sont

- les cornes, os et onglons
- les soies de porc, et coupeaux de peaux
- le fumier de stabulation et les déjections
- le contenu de panse : matières stercoraires

Tous ces déchets solides sont entreposés sur un terrain en dehors du bâtiment d'abattage. Les quantités importantes de déchets limitent un entreposage prolongé et ces déchets sont finalement incinérés en plein air.

Un seul abattoir régional réalisait une valorisation du contenu de panse sous forme d'engrais organique. (1).

L'incinération des déchets solides occasionnent des nuisances à cause des fumées dégagées, et des odeurs insupportables.

Les eaux usées ne posent pas de problèmes graves car

- leur quantité est relativement faible
- leur évaporation survient plus ou moins rapidement
- les terrains voisins sont encore inhabités.

Cependant les eaux usées arseniquées demeurent une source de pollution préoccupante. (2).

b - Situation actuelle

Actuellement il se développe au sein de quatre abattoirs régionaux pilotes un procédé d'épuration et de valorisation des divers effluents. Ces abattoirs sont dénommés par A1, A2, A3 et A4.

Il s'agit d'une combinaison de trois systèmes de traitement et de valorisation (10).

- Le système "Transpaillé" qui permet le traitement des déchets dans un fermenteur anaérobie spécialisé dans les déchets solides.

- Le système de valorisation des déchets solides par compostage.

- Le système de lagunage avec prétraitement permettant l'épuration des eaux usées.

Ce système d'épuration et de valorisation des déchets d'abattoirs fut installé par une Groupement d'Intérêt Economique (GIE) AGRIFORCE dans le but de résoudre le problème de pollution au niveau des abattoirs régionaux.

- Résultats du système d'épuration et de valorisation

- Le fermenteur anaérobie

La faisabilité technique du système a été vérifiée et démontrée au niveau des abattoirs régionaux.

Le système est capable de traiter les déchets solides (contenus de panse) dans un processus de fermentation méthanique continu.

L'effet du procédé est la dégradation de 10 à 30 % de matière organique des déchets en produisant du biogaz. Ce biogaz sera ensuite transformé en énergie électrique (12).

Les caractéristiques actuelles de la fermentation sont :

Alimentation	:	2,8 kg MS/m ³ /j
Temps de rétention	:	57 j
Productivité de gaz spécifique	:	0,134 m ³ /kg MS
Productivité de gaz par volume	:	0,375 m ³ /m ³ (2)

- La production de compost

Elle est exécutée dans deux fosses de maturation et une aire de séchage. La maturation se poursuit sur une dalle de compostage/séchage, avec deux ou trois retournements, la durée de maturation est de 2 à 6 mois.

- Le traitement des égouts par lagunage

Une installation d'épuration des eaux usées est une priorité dans le cas des abattoirs, par souci de préserver l'environnement. La solution offerte est un système de lagunage adapté au climat tropical.

Le prétraitement par dégrillage/dégraissage est très effectif dans cette chaîne de traitement, la réduction de la DCO est de ± 30 %, le digesteur/décanteur continue à abattre la DCO à un taux de ± 27 %. Les lagunes sont chargées avec 60 % des effluents (2).

- Transmissibilité du système

Le système d'épuration et de valorisation des déchets d'abattoirs régionaux n'est pas adaptable en totalité. Il existe quelques conditions d'application qui ne sont pas toutes satisfaites.

- Pour le traitement anaérobie

La demande d'énergie des abattoirs régionaux n'est satisfaite que dans une faible proportion.

La formation du personnel pour la maintenance des installations n'est pas effective.

- Pour le compostage

Les contraintes essentielles sont :

- la disponibilité du terrain
- la disponibilité de la main-d'oeuvre
- le marché régional

- Pour le lagunage

- la disponibilité du terrain
- la disponibilité de la main- d'oeuvre
- l'abandon de l'utilisation de dérivés arsénicaux

TABLEAU XIV : Rejets et sous-produits des abattoirs régionaux

Abattoir	A1	A2	A3	A4
Déchets solides				
Contenu de panse (kg/j)	400	450,5	770	440
Cornes	8	11,2	17	10
Os	8	11,2	17	10
Déchets liquides				
Eaux (m ³ /j)	10,4	8,97	15	12
Sang (sérum) (l/j)	61	83,3	190	80

SOURCE (1)

TABLEAU XV : Fonctions du système "AGRIFORCE"

Origine des déchets	Fonction	Installation
Contenu de panse fumier de la stabulation caillots de sang les boues de lagunage	dégradation et production de biogaz	fermentation anaérobie
déchets prétraités en anaérobie	maturation broyage et mélange pour fabrication de mottes	valorisation de compost
sérum eaux de lavage eaux de la triperie urine	assainissement	système de lagunage

SOURCE (2)

TABLEAU XVI : Composants et effets du traitement

Méthode	Volume/Surface m3/m2	Temps de rétention	DCO mg/l	NNH4 mg/l
0 Sortie d'abattoir			2420	300
PT Fosse de déguillage	5,5	0,5	1690	180
DD Décanteur /digesteur	4214,9	4	1230	244
L1 Lagunage à microphytes	225/250	15	870	126
L 2 Lagunage à macrophytes	79/168	23	(240)	(70)
L3 Lagunage à macrophytes	37184	11	(250)	(5)

SOURCE (2)

TABLEAU XVII : Charge et effets du lagunage

Méthode	Charge de volume m3/m3	Charge de surface		Abattement DCO %
		m3/m2	g.DCO/m2	
PT	1,80	-	-	30
DD	4,00	2,36	-	27
L1	0,044	0,04	50	30
L2	0,044	0,021	18	(68)
L3	0,095	0,042	10	(0)

SOURCE (2)

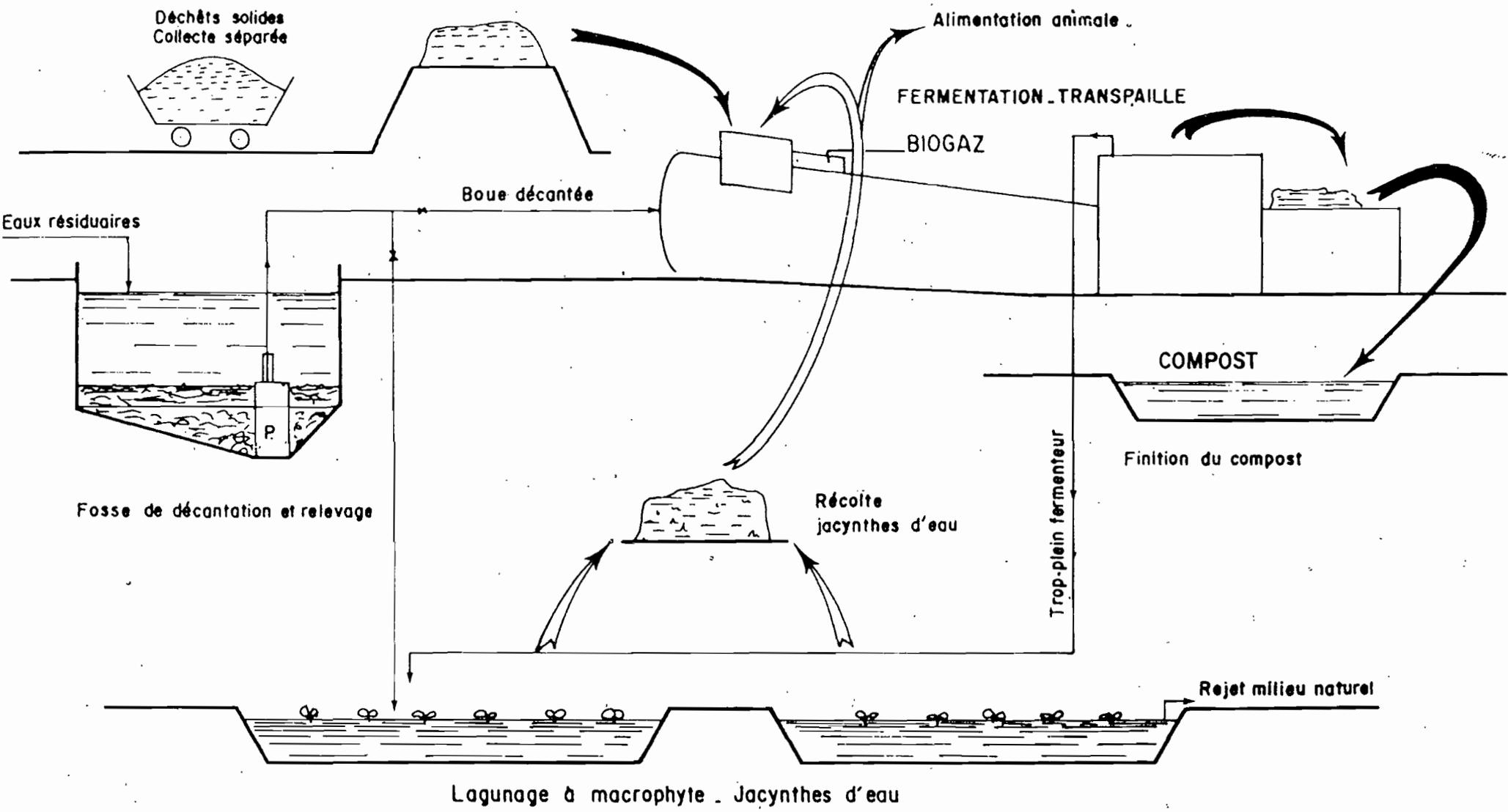


FIG. 17: SYSTÈME COMBINÉ TRANSPAILLE - LAGUNAGE A MACROPHYTES (jacynthes d'eau). (2)

B - DANS L'INDUSTRIE LAITIÈRE

Nos investigations ont eu lieu dans quatre établissements laitiers choisis en fonction de leur site d'implantation, et de l'état de leurs équipements et installations de production.

1 - ETABLISSEMENTS LAITIERS

- Laiterie : (L1) située non loin des côtes littorales avec une chaîne de production dans un état satisfaisant.

- Laiterie : (L2) située sur le même site que L1, la chaîne de production est dans un état vétuste.

- Laiterie : (L3) son site d'implantation est en plein centre urbain ; la chaîne de production est dans un état vétuste.

- Laiterie : (L4) Elle est implantée en zone périphérique en dehors du centre urbain ; avec un équipement moderne au niveau de la chaîne de production.

2 - NIVEAU DE TRAITEMENT

La chaîne de traitements des eaux usées précédemment décrite reste identique pour les eaux résiduaires de laiteries.

a - La collecte

La collecte des eaux usées se fait avec un système d'égouts unitaire ou séparatif.

Dans le système unitaire, les effluents pollués sont collectés en même temps que ceux non pollués. Dans le système séparatif, ils sont collectés par deux circuits. L'avantage du système séparatif est qu'il permet de recourir au recyclage des eaux d'échanges thermiques

- eaux de refroidissement
- eaux de chaudière

Le tableau suivant décrit le système de collecte adopté au niveau de chaque laiterie

TABLEAU XVIII : Système de collecte des eaux usées

Collecte	L1	L2	L3	L4
Système unitaire	-	+	+	-
Système séparatif	+	-	-	+

b - Les prétraitements

Ils préparent les rejets aux transformations ultérieures en récupérant les matières grossières et les corps flottants pouvant colmater les installations ultérieures.

Ils comportent un prétraitement chimique de neutralisation du pH des effluents entre 6 et 8 pour maintenir un rapport entre la DBO5, l'azote et le phosphore égal à 100/5/1 ; et un prétraitement physique.

TABLEAU XIX : Prétraitement chimique en laiterie .

Laiterie	L1	L2	L3	L4
Prétraitement chimique	+	-	-	-

Seule une laiterie (L1) effectue le prétraitement chimique pour corriger le pH des effluents ; cette correction est faite par adjonction de chaux.

TABLEAU XX : Prétraitement physique en laiterie

Prétraitement	L1	L2	L3	L4
Dégrillage	+	+	+	+
Tamissage	+	-	-	+
Dessablage	+	+	+	+
Dégraissage	-	-	-	-
Bassin tampon	+	-	-	-

Le tableau suivant montre les opérations de prétraitements effectuées en laiterie ; la majorité des laiteries ne réalise qu'un dégrillage sommaire. L'inexistence d'un système de tamissage et de dégraissage révèle indirectement la charge polluante prépondérante des eaux prétraitées.

c - Les traitements

Ce sont les opérations d'épuration, avec une élimination des effluents laitiers essentiellement organiques et rejet de l'eau résiduaire épurée en milieu extérieur.

TABLEAU XXI : Traitement d'épuration en laiterie

Laiterie	L1	L2	L3	L4
Traitement	lagunage aéré	rejet direct en mer	rejet dans le réseau public	épandage

Au niveau de la laiterie L1, après un prétraitement sommaire, les eaux usées sont conduites dans une lagune d'aération. L'installation de lagunage comporte un dégrilleur avec un mouvement d'ascension pour récupérer les débris charriers, un bassin tampon de faible capacité. Viennent ensuite le bassin d'aération et un troisième bassin de stabilisation aérobie.

Le bassin d'aération est équipé d'un aéroflottateur d'une puissance de 10 watts par m³ de bassin, empêchant la décantation des boues. La production de boue est évaluée à environ 0,35 kg par kg de DBO₅ : l'aérateur de surface est une turbine lente dont le rendement est de 1,7 kg d'oxygène par kw/h.

La lagune d'aération est vidée une fois ou deux fois par année, les boues non stabilisées sont actuellement mises en décharge.

Au niveau de la laiterie L4, les effluents sont répandus sur un terrain agricole pour l'irrigation de cultures fourragères. Les effluents bruts arrivent d'abord dans un bassin de décantation où les boues sont en aération prolongée, les effluents épurés sont ensuite envoyés par une pompe d'épandage.

Les boues liquides non concentrées sont destinées aussi à un épandage.

La laiterie L3 rejette ses effluents sans traitement préalable dans le réseau d'égout urbain, c'est une pratique irrégulière, car la laiterie doit disposer d'une station de traitement propre.

Le rejet direct en milieu récepteur (ici en mer), au niveau de la laiterie L2 est d'un usage courant, conforté par l'absence de réglementation réelle et effective.

C - DANS L'INDUSTRIE DE PRODUITS HALIEUTIQUES

Les industries de transformation des produits de mer qui ont été étudiées, sont toutes situées à proximité des côtes littorales.

Ce site d'implantation facilite ainsi :

- l'approvisionnement en produits halieutiques
- l'évacuation des effluents

Quatre poissonneries ont attiré notre attention dans la description du niveau de traitement de leurs eaux résiduaires.

1 - LES POISSONNERIES

- Poissonneries (P1) et (P2)

Leurs activités sont essentiellement orientées vers la production de :

- . fruits de mer conditionnés
- . poissons congelés conditionnés
- . filets de poisson congelés

- Poissonneries (P3) et (P4)

Elles s'adonnent à la fabrication de marinades et de conserves de poissons.

Les installations de production au sein des différentes industries de transformations de produits de mer sont relativement modernes. Il faut noter cependant la vétusté de certains équipements et techniques de production.

2 - NIVEAU DE TRAITEMENTS DES EAUX RESIDUAIRES

Les eaux usées produites par les usines de traitement de produits de la mer diffèrent peu de celles produites par les abattoirs ; leur charge polluante est évaluée par les mêmes paramètres à savoir :

- MES
- DCO
- DBO5
- Graisses
- Ammoniac
- Azote total

1 - Traitement des effluents liquides

La composition des effluents liquides a été décrite précédemment. Il reste le problème de leur élimination qui survient au travers des installations de traitements.

Ces installations de traitements permettent

- . la collecte
- . les prétraitements
- . les traitements
- . le traitement des boues

La chaîne de traitement contribue à diminuer de façon considérable la valeur des paramètres précédents jusqu'à des normes tolérables.

- La collecte

Dans les poissonneries, le système de collecte est unitaire et tous les effluents sont pollués. Cependant un système parallèle existe pour le prélèvement d'eau de mer, qui traitée, peut servir aux opérations de traitements des produits de mer.

TABLEAU XXIII : Système de collecte des eaux usées.

Collecte	P1	P2	P3	P4
Système unitaire	+	+	+	+

- Les prétraitements

Pour les eaux usées de poissonneries, il est surtout effectué, le prétraitement physique.

Le tableau ci-dessous décrit le niveau de prétraitement réalisé dans les différentes poissonneries.

TABLEAU XXIV : Prétraitement physique en poissonnerie

Prétraitement Physique	P1	P2	P3	P4
Dégrillage	+	+	+	+
Tamissage	+	+	+	+
Dessablage	+	+	+	+
Dégraissage	-	-	-	-
Bassin tampon	-	-	-	-

La majorité des poissonneries ne disposent que des équipements de dégrillage et de tamisage qui sont insuffisants pour un prétraitement optimal. L'opération de dégraissage nécessaire pour protéger les installations en aval n'est pas réalisée.

- Les traitements

C'est l'ensemble des opérations permettant de rendre les effluents assimilables par le milieu récepteur, en procédant à une épuration totale de la charge polluante. Les traitements n'existent pas au niveau des poissonneries et les eaux prétraitées riches encore en matières organiques rejoignent le milieu récepteur.

TABLEAU XXV : Traitement d'épuration en poissonnerie

Poissonnerie	P1	P2	P3	P4
Traitement d'épuration	rejet direct en mer			

Ce tableau montre que 100 % des poissonneries concernées rejettent en mer leurs eaux faiblement épurées.

b - Traitement des effluents solides

La valorisation des sous-produits de poissonneries est effective dans toutes les usines décrites.

Cette valorisation aboutit à la fabrication

- de farine de poissons
- d'huile animale (huile de poisson)

La fabrication de farine de poissons se fait par sous-traitance et il existe deux usines spécialisées, qui viennent récupérer les rebuts de boucherie et les déchets organiques.

Les déchets organiques irrécupérables sont destinés à la décharge.

CHAPITRE III : PROPOSITIONS D'AMÉLIORATION

Dans ce chapitre nous avons proposé des solutions susceptibles d'aboutir à une meilleure valorisation des sous-produits et à une meilleure valorisation des sous-produits et à une meilleure épuration des eaux usées des industries d'origine agro-alimentaire à savoir :

- les abattoirs
- les laiteries
- les poissonneries

Ces propositions d'amélioration permettront de mettre en place dans un proche avenir une réglementation adéquate dont les éléments essentiels seront :

- la description de l'état du milieu
- la quantification de la charge polluante (MES, DBO5)
- l'élaboration de normes de rejets tolérables

A - CAS DES ABATTOIRS

La particularité des déchets et des eaux usées d'industries d'abattage entraîne beaucoup de contraintes tant au plan technique que financier. L'installation d'une station d'épuration complète, dans les conditions actuelles ne serait pas rentable pour les abattoirs. Il convient donc de rechercher des solutions adaptables.

1 - LES ABATTOIRS REGIONAUX

Nous avons déjà décrit les conditions d'adaptabilité d'un système d'épuration des eaux usées et de revalorisation des déchets au sein de quatre abattoirs régionaux.

Ce système a été vulgarisé par un Groupement d'Intérêt Economique "AGRIFORCE" basé à l'abattoir de Thiès.

a - Traitement des déchets solides

Une valorisation des sous-produits d'abattoirs est limitée par la faible production de ces abattoirs. Pour le traitement de la filière des déchets solides, plusieurs alternatives existent en fonction (2) des produits.

- Pour les cornes, os et onglons, il y a

- . le brûlage sur place dont l'inconvénient est d'être nuisible
- . la décharge publique ce qui constitue une solution à court terme à cause de l'encombrement
- . la valorisation à la centrale de Dakar pour une exportation à un prix de 300 F CFA/kg

le traitement sur place par un broyeur transportable qui pourrait être un investissement rentable.

- **Pour les contenus de panses on peut recourir**

à la fermentation anaérobie avec la production de biogaz méthane. Celle-ci ne couvre pas toutefois les besoins de l'abattoir en énergie électrique

à la valorisation par des utilisateurs privés qui serait une solution économique

au compostage et à la commercialisation du compost par l'abattoir. Cette solution est contraignante pour le personnel non préparé à des activités diverses.

- **Pour le sang**, le problème est plus difficile à résoudre en raison du mode d'abattage. Une solution partielle consiste à libérer le sérum vers les eaux usées, à récupérer les caillots sanguins par des seaux et à les incorporer dans le procès de fermentation méthanique.

b - Traitement des déchets liquides

Le traitement des égouts est un problème épineux dans les abattoirs régionaux à cause de leur impact écologique. Le système d'épuration proposé par l'"AGRIFORCE" GIE est un lagunage à microphytes ou macrophytes.

Cette méthode ne sera rentable que dans la perspective d'une réglementation en matière de rejets, et de l'imposition d'une taxe antipollution.

Ces méthodes qui ont fait leur preuve dans le traitement des déchets solides et liquides, doivent être étendues progressivement à tous les abattoirs régionaux.

2 - L'ABATTOIR URBAIN

Les propositions d'amélioration portant sur le devenir des déchets solides et des eaux résiduaires sont abordées successivement.

a - Traitement des déchets solides

- Les viandes saisies par les services vétérinaires ont actuellement deux destinations : le zoo ou la décharge publique.

L'installation d'une usine d'équarrissage aurait permis une meilleure valorisation vu le tonnage annuel important de l'abattoir : 10 000 t de carcasses.

- Pour les autres types de déchets, l'alternative qui s'offre reste une éventuelle méthanisation. Les déchets disponibles sont rassemblés dans le tableau suivant

TABLEAU XXII : Déchets et sous-produits de l'abattoir urbain utilisable pour la fermentation méthanique

Nature du déchet	Production moyenne brute (kg) en MS	Production journalière (kg) en MS	Destination actuelle
Matières stercoraires bovins	7250	1200	égout
Matières stercoraires ovins-caprins	2250	370	égout
Fumier	500	150	maraîchage décharge
Déchets divers	200	60	décharge
TOTAL	10200	1780	

SOURCE (32)

Une étude prospective réalisée au sein de l'abattoir a montré, qu'une méthanisation des déchets solides peut constituer une solution pratique aux problèmes que celui-ci rencontre dans les domaines de la pollution et de l'énergie. (32)

- Le sang

Environ 4500 litres sont évacués journalièrement à l'égout. Une usine de farine de sang construite dans l'enceinte de l'abattoir en 1974 n'a jamais fonctionné. Des études doivent être menées pour évaluer le coût de sa remise en état.

b - Traitement des eaux résiduaires

Environ 130 m³ d'eaux usées par jour, véhiculant une charge polluante considérable, sont déversées directement à la mer. L'inexistence d'une réglementation précise, ou de moyens de contrôle contribuent à pérenniser cette situation regrettable.

L'unique solution permettant le traitement d'épuration des eaux usées de l'abattoir demeure l'installation d'une station de traitement complète.

Il existe certes un certain nombre de contraintes techniques et surtout financières pour l'équipement en station de traitement. Cependant dans la perspective d'une "redevance-pollution" exigible à court terme, ce serait un bon choix pour l'abattoir.

La connaissance des caractéristiques des rejets liquides collectés est indispensable dans le cadre de l'étude préalable d'un aménagement. Ces eaux peuvent être traitées selon différentes filières qu'il convient de caractériser pour permettre le choix de la meilleure installation. Il s'agira uniquement d'un prétraitement dans le cas du déversement dans un

réseau public d'assainissement, ou alors d'un ensemble de dispositifs visant à l'élimination de la pollution carbonnée (34).

L'abattoir urbain étant situé en pleine agglomération, le développement de la technologie de récupération des sous-produits, et de prétraitements adéquats en vue d'un rejet dans le réseau d'égout public sont des améliorations souhaitables.

Les coûts et charges inhérents à l'équipement d'une station d'épuration seraient prohibitifs pour l'abattoir.

B - CAS DES LAITERIES

Les aménagements qu'il convient d'apporter aux traitements des eaux résiduaires diffèrent selon le site d'implantation et le mode de rejet adopté par la laiterie.

Ainsi au niveau des laiteries (L1) et (L4), le problème de pollution occasionné est moindre.

La laiterie (L1) située non loin des côtes littorales possède une station d'épuration partielle. Il faut par conséquent prendre des mesures pour déterminer la charge polluante résiduaire. Ces mesures permettront d'évaluer l'efficacité du traitement d'épuration, et de voir si les normes de rejets provisoires sont respectées.

La laiterie (L4) située en zone périphérique constitue un exemple de pollution minimale, la technique d'épandage pour l'irrigation de cultures fourragères ne crée aucune nuisance.

La laiterie (L2) : le rejet direct en mer n'est pas une fin en soi. La possibilité de raccordement au système d'égout doit faire l'objet d'études, ainsi que l'aménagement d'une station de prétraitement convenable.

La laiterie (L3) a une implantation en zone urbaine qui est un avantage à condition que les eaux usées soient prétraitées pour rejoindre le système d'égout.

C - CAS DES POISSONNERIES

L'implantation des poissonneries le long des côtes littorales est un moyen de rejeter en mer les eaux résiduaires. Le problème essentiel concerne l'amélioration de la qualité de l'eau rejetée ou éliminant significativement la charge organique polluante.

Pour cela, il faut

- une technologie de récupération de rebuts de boucherie à 100 %
- l'équipement d'une station de prétraitement.

C O N C L U S I O N

C O N C L U S I O N

Au Sénégal, les industries agro-alimentaires sont en majorité implantées en zone urbaine. Ce qui a toujours posé un problème d'évacuation de leurs eaux résiduaires.

En effet, ces industries sont des établissements classés, par conséquent soumis aux dispositions législatives contenues dans le Code de l'Environnement promulgué en Janvier 1983 par la loi 83-05.

Le décret d'application de cette loi, en voie d'adoption, précise les prescriptions réglementaires en matière de :

- traitement des eaux résiduaires
- normes de rejets tolérables
- et de protection des milieux récepteurs

Notre présente étude est une description du niveau de traitement des eaux résiduaires dans l'industrie agro-alimentaire, avec une mention spéciale à

- l'industrie d'abattage
- l'industrie laitière
- l'industrie des produits halieutiques

Elle nous a permis d'aboutir à un certain nombre de constatations essentielles.

Dans l'industrie d'abattage

- Au niveau de l'abattoir régional

Parmi les sept abattoirs régionaux recensés, quatre seulement ont mis en oeuvre un système de valorisation des déchets et d'épuration des eaux usées.

La valorisation des déchets fermentescibles par la digestion anaérobie produit du biogaz méthane. Cependant elle ne couvre que faiblement les besoins de l'abattoir régional en électricité.

Une alternative économique reste le compostage des contenus de panse (matières stercoraires).

L'épuration des eaux usées par le procédé de lagunage à microphytes s'est révélée efficace.

Pour les cornes, os et onglons le brûlage sur place doit être prohibé. Le choix d'une valorisation à la SERAS de Dakar, qui dispose d'un circuit de commercialisation, serait souhaitable.

Enfin l'extension de ce système de valorisation et d'épuration des déchets et eaux usées d'abattoir, aux autres abattoirs régionaux devra être encouragée.

Au niveau de l'abattoir urbain

L'abattage urbain produit annuellement 10 000 t de carcasses, et il est regrettable de constater l'absence d'équipements et de techniques de réduction de la charge polluante. Le rejet en mer systématique persiste encore.

Les possibilités de réduire le niveau de pollution seraient :

- Pour les eaux résiduaires environ 130 m³ sont rejetées vers la mer par jour. L'installation d'une chaîne de traitements d'épuration serait contraignante sur le plan financier.

Le choix d'une chaîne de prétraitements adéquats, avec une technologie poussée de récupération des sous-produits, facilitera l'usage du réseau public.

- Pour le sang : environ 4,5 m³ sont rejetés à l'égout ; une usine de traitement du sang a été construite en 1974, mais ne fonctionne pas. Il convient d'étudier les moyens de sa remise en état.

- Pour les viandes saisies par les services vétérinaires : elles sont destinées au zoo à la décharge publique. Ceci est dangereux à cause des risques sanitaires inhérents aux viandes insalubres. L'installation d'une usine d'équarrissage serait un choix d'avenir.

Pour le contenu des panses (matières stercoraires) : environ 9,5 tonnes sont rejetées à l'égout. Une étude prospective réalisée dans l'abattoir, dans le cadre d'une valorisation des déchets fermentescibles, a montré que la fermentation méthanique pourrait résoudre le problème.

Au niveau de l'industrie laitière

La description du niveau de traitement a montré que 50 % des laiteries concernées ne procédaient à aucun traitement.

La laiterie (L1), en zone périphérique, utilise la technique d'épandage qui est une solution originale et avantageuse.

La laiterie (L4) possède une station d'épuration partielle avec un bassin d'aération, réduisant la charge polluante organique avant rejet en mer.

Au niveau des laiteries (L2) et (L3), le niveau de traitement est nul, les effluents sont rejetés ainsi dans le réseau public (L3) ou dans le milieu récepteur (L2).

La solution serait d'envisager une station de prétraitements adéquats en vue d'utiliser le système d'égout public.

Au niveau de l'industrie des produits halieutiques

Nous avons constaté la faiblesse des moyens et techniques de réduction de la charge polluante dans toutes les poissonneries recensées par notre étude.

Les améliorations à apporter consistent à éliminer de façon considérable la charge polluante organique :

- en renforçant la technologie de récupération des rebuts de boucherie
- en installant une station de prétraitements

Cela permettrait de s'approcher des normes de rejets tolérables.

Cette étude a ainsi montré le faible taux d'épuration des eaux résiduaires dans l'industrie agro-alimentaire au Sénégal.

Nous assistons ainsi à la lente dégradation du milieu récepteur, ici marin, par le déversement systématique et incontrôlé des effluents bruts.

Il reste impératif que le décret d'application de la loi 83-05 suive rapidement la procédure d'adoption, afin que les services compétents puissent mieux appliquer la réglementation à l'encontre des établissements classés.

Cette étude qui correspond à une enquête sur le terrain doit être poursuivie par la mesure des caractéristiques des rejets.

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

B I B L I O G R A P H I E**1 - AGRIFORCE**

Valorisation et épuration des déchets d'abattoirs par fermentation anaérobie.
Documentation AGRIFORCE . Mars 1992, 60 p.

2 - AGRIFORCE

Valorisation et épuration des déchets d'abattoirs au Sénégal : application à l'abattoir de Thiès. Rapports d'activités Déc. 88 - Mai 89, 40 p.

3 - AHR (J.F.)

Contamination microbiologique des eaux résiduaires d'abattoirs d'animaux de boucheries. Th. Méd. Vét. Toulouse, 1986.

4 - AZIBE (M)

Contribution à l'étude de la qualité parasitologique bactériologique et chimique des filets de poissons congelés produits au Sénégal. Th. Méd. Vét. EISMV Dakar 1991, n° 20, 96 p.

5 - BARRON (T)

Contribution à l'étude des rejets d'abattoirs. Th. Méd. Vét. Toulouse 1982, n° 5.

6 - CENTRE TECHNIQUE DU GENIE RURAL DES EAUX ET FORETS

La pratique de l'évacuation des boues d'épuration à l'état liquide. (CTGREF 1977, 13, 14.

7 - CISSE (P)

La mesure des cholinestérases chez les poissons des genres Tilapia et Clarias au Sénégal : application au suivi de la contamination du milieu aquatique par les insecticides organophosphorés. Th. Méd. Vét. EISMV Dakar 1989 n° 58 144 p.

8 - DAJOZ (R)

Précis d'écologie, 3ème édition, Paris Gauthier Villard 1978 549 p.

9 - FALL (M)

Industries des conserves de poissons au Sénégal Th. Méd. Vét. EISMV Dakar N° 15
1989, 130 p.

10 - FAO

L'eau dans les usines de traitement du poisson. Rome Document technique sur les
pêches n° 174, 1978, 80 p.

11 - FARINET (J.L.) et HURVOIS (Y)

Valorisation des déchets d'abattoirs au Sénégal : application à l'abattoir de Thiès.
rapport final d'exécution 1989-90. AGRIFORCE/SERAS Sept 1991.

12 - GARCIA (J.L.)

Production de méthane à partir des résidus solides d'industries agro-alimentaires.
ORSTOM-IRCHA-COMES, 1982, 54 pages.

13 - GOME (P)

Contribution à l'étude du projet de mise en conformité de l'abattoir de la Langogne.
Th. Méd. Vét. Lyon 1979.

14 - GOHE (P)

La soif du monde et le dessalement des eaux PUF, collection "Science vivante" 1966,
245 p.

15 - GUEYE (B.C.)

Contribution à l'étude de la gestion de la qualité dans l'industrie des denrées
alimentaires d'origine animale au Sénégal. Th. Méd. Vét, EISMV Dakar n° 42, 1989,
227 p.

16 - ISABETH (A)

Vétérinaires et installations classées pour la protection de l'environnement. Th. Méd.
Vét., Toulouse n° 13, 1987, 67 p.

17 - INSTITUT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Le lac de Guiers : problématique d'environnement et de développement. Actes du
Colloque I.S.E. : 09-11 Mai 1983, 506 p. Institut des Sciences de l'Environnement.

18 - KERGOET (P)

Contribution à l'étude de *Bdellovibrio bacteriovorus* et de son rôle dans l'épuration des eaux. Th. Méd. Vét. Toulouse 1978.

19 - LALLOZ (L, JMR)

Les eaux résiduaires et la législation des établissements classés. Th. Méd. vét. Toulouse n° 6, 1974, 87 p.

20 - LAURENT (F)

Rôle de l'eau dans l'épidémiologie des maladies virales et bactériennes chez les animaux. Th. Méd. Vét. Lyon n° 27, 1978, 59 p.

21 - LEFLOCH (Y)

Pollution bactériologique des eaux littorales. Th. Méd. Vét. Toulouse 1978.

22 - MINISTERE DU DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET DE L'ENVIRONNEMENT

Problème de l'épuration et du recyclage des eaux usées de la Zone franche industrielle de Dakar (Sénégal). Prêche de Juillet 1975, 114 p.

23 - MINISTERE DE LA PROTECTION DE LA NATURE

Code de l'Environnement : loi 83-05 République du Sénégal.

24 - MINISTERE DE LA PROTECTION DE LA NAURE ET DE L'ENVIRONNEMENT

La sauvegarde du milieu naturel et urbain. Collection "Environnement" Documentation française Paris 1971, 140 p.

25 - MAES (M)

Déchets industriels : mode d'emploi. Technique et Documentation Lavoisier 1986, 539 p.

26 - NICOLAS (F)

Les techniques d'épuration des eaux de laiteries. Th. Méd. Vét. Toulouse 1984.

27 - OKUN (DM) et PONGHIS (G)

Collecte et évacuation des eaux usées de collectivités, vol XII, OMS 1976, 315 p.

28 - OMS

La réutilisation des effluents : méthodes de traitement des eaux usées et mesures de protection sanitaire. Série de rapports techniques n° 517, 1973.

29 - OMS

Les virus humains dans l'eau, les eaux usées et le sol. Série de rapports techniques n° 639, 1979.

30 - OMS

Eau potable : lutte contre la pollution des eaux dans les pays en voie de développement. Série de rapports techniques n° 404, 1968.

31 - ONUDI

Industrie et développement dans le monde. Rapport ONUDI 1991/92 Vienne, 352 p.

32 - PETIT-CLERC (A)

Contribution à la valorisation des déchets d'abattoirs au Sénégal par fermentation méthanique. Mémoire de Doct. Ing ; Ecole Centrale des arts et manufactures Paris 1985, 226 p.

33 - RODIER (J)

L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 1 vol, 6ème édition, Dunod technique, Paris 1978, 1135 p.

34 - SACHON (G)

Les eaux résiduaires des abattoirs de bétail : caractéristiques et traitement. Document CEMAGREF FRANCE 1982, 14 p.

35 - SCIENCE ET VIE

La vie des océans. Hors-série trimestriel Sept. 91 n° 176, 160 p.

36 - SEYDI (M) et LAPLANCHE (S)

Les eaux résiduaires. Fascicule Département d'HIDAOA, EISMV, Dakar 1991, 18 P.

37 - SUESS (MJ) et HUISMAN (JW)

La gestion des déchets dangereux. OMS Publication régionale Série Europe n° 14, 101 p.

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR



" Fidèlement attaché aux directives de **CLAUDE BOURGELAT**,
Fondateur de l'enseignement Vétérinaire dans le monde, je promets et
je jure devant mes maîtres et aînés :

- d'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire,
- d'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code déontologique de mon pays,
- de prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire,
- de ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation."

**" QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIREE S'IL
ADVIENNE QUE JE ME PARJURE "**

NOM : KANE

PRENOM : Ismaila

TITRE DE THESE : Niveau de traitement des eaux résiduaires dans l'industrie agro-alimentaire au Sénégal.
Thèse Médecine Vétérinaire EISMS de Dakar 1993
N° 22 pages.

ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES VETERINAIRES

RESUME : Actuellement au Sénégal, la majorité des établissements classés agro-alimentaires, déversent systématiquement leurs influents dans le milieu récepteur dont la pollution est devenue préoccupante.

La présente étude vise à apprécier les moyens mis en œuvre par les industriels pour assurer le traitement des eaux résiduaires.

Sont envisagés successivement les différentes sources de pollution et les équipements et techniques de réduction de la charge polluante, le niveau de traitement des effluents, enfin les améliorations qu'il convient d'apporter pour une meilleure valorisation des sous-produits, et une épuration satisfaisante des eaux usées.

Des normes de rejets provisoires ont été établies mais il est regrettable de constater qu'elles sont loin d'être respectées.

MOTS-CLES : Industrie agro-alimentaire - Eaux résiduaires - Etablissements classés - Pollution - Traitement.