



Année Universitaire : 2010-2011

**Filière ingénieurs
Industries Agricoles et Alimentaires**



Rapport de stage de fin d'études

**Caractérisation et traitement des rejets liquides
d'abattoir de volailles**

Réalisé par l'élève-ingénieur:

Rajae MANZALI

Encadré par:

- Ahmed DAOUDI & Sanae EL AYCHI à KOUTOUBIA
- El houssine EL GHADRAOUI à FST Fès

Présenté le 29 Juin 2011 devant le jury composé de:

- | | |
|------------------------------------|-----------|
| - Mme. N.BEN BRAHIM | FST Fès |
| - M ^r . H.ZAITAN | FST Fès |
| - M ^r . A. ZAROUALE | FST Fès |
| - M ^r . A.B. ALAOUI | FST Fès |
| - M ^r . E. EL GHADRAOUI | FST Fès |
| - Mr. A. DAOUDI | KOUTOUBIA |

Stage effectué à : KOUTOUBIA





Filière Ingénieurs IAA

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme d'ingénieur d'Etat

Nom et prénom: Rajae MANZALI

Année Universitaire : 2010/2011

Titre: La caractérisation et le traitement des rejets liquides d'abattoir de volailles

Résumé

Dans la perspective de l'installation d'une station de traitement des rejets liquides issus de l'abattoir avicole de la société KOUTOUBIA, une analyse physico-chimique et microbiologique des eaux usées rejetées lors de l'opération d'abattage des volailles a été effectuée. Les résultats obtenus ont montrés que la charge organique et microbiologique varie en fonction de l'avancement de l'opération d'abattage. De même, les valeurs enregistrées pour les matières en suspension, des matières grasses, de la DBO₅, de la DCO et de l'azote total sont élevées par comparaison aux normes établies par la législation marocaines.

Des essais de dépollution par utilisation d'une station pilote à boues activées ont permis de baisser de façon très significative la charge organique des eaux usées rejetées par rapport à une simple décantation.

Mots clés: Abattoir avicole, eaux usées, analyses physico-chimiques, analyses microbiologiques, épuration, boues activées, décantation et filtration sue sable



Tables de matières

Introduction : 1

Partie I : Présentation de la société

1. Historique : 2
2. Engagement de la qualité : 2
3. Laboratoire contrôle de la qualité : 3
3.1 Données techniques et humaines : 3
3.2 Prestations fournies par le laboratoire : 3

Partie II : Etude bibliographique

1. Secteur avicole au Maroc : 5
2. Abattoir avicole : 6
3. Réglementation et décret en vigueur au Maroc : 9
a) Historique sur la législation des eaux au Maroc : 9
b) Loi 10-95 : 9
4. L'eau : pollution et classification : 10
4.1 Pollution de l'eau : 11
4.1.1 Pollution physique : 11
4.1.2 Pollution chimique : 11
4.1.3 Pollution biologique : 12
4.2 Classification des eaux usées : 12
4.2.1 Eaux usées domestiques : 12
4.2.2 Eaux usées industrielles : 12
4.2.3 Eaux pluviales et de ruissellement : 12
5. Traitements épuratoires: 12
5.1 Prétraitement : 13
5.2 Traitement primaire : 14
5.2.1 Coagulation floculation : 14
5.2.2 Décantation : 16
5.2.3 Traitement biologique : 16
a) Lits bactériens : 16
b) Boues activées : 17
c) Biodisques : 18
5.3 Traitement secondaire : 19



Partie III : Matériels et méthodes

1. Echantillonnage :	21
2. Analyses physico-chimiques :	22
2.1 Le pH et la température :	22
2.2 Conductivité :	22
2.3 Oxygène dissous :	22
3. Analyses chimiques :	22
3.1 Matières en suspension (MES) :	22
3.2 Teneur en matières grasses (MG) :	23
3.3 Demande biochimique en oxygène (DBO ₅) :	23
3.4 Demande chimique en oxygène (DCO) :	23
3.5 Azote total Kjeldahl (NTK) :	25
3.6 Dosage du phosphore total (Pt) :	25
3.7 Dosage des sulfates :	26
3.8 Dosage des nitrites :	27
3.9 Dosage des nitrates :	28
3.10 Dosage des ammoniums :	29
4. Analyses microbiologiques :	31
4.1 Flore mésophile aérobie total (FMAT) :	31
4.2 Coliformes totaux et fécaux :	31
4.3 Streptocoques fécaux :	32

Partie IV : Résultats et discussion

1. Analyse d'échantillons composites :	33
2. Evolution de la charge polluante au cours de la journée :	35
2.1 Evolution du pH et de la température :	35
2.2 Evolution des matières en suspensions (MES) :	36
2.3 Evolution de l'azote total kjeldahl (NTK) :	36
2.4 Evolution de la (DCO) et de la (DBO ₅) :	37
2.5 Evolution de la flore microbiologique :	38
3. Evaluation de la pollution organique :	39

Partie V : La dépollution des effluents liquides

1. Dépollution par les boues activées :	43
2. Dépollution spontanée :	46
3. Couplage des boues activées à la filtration sur sable :	47
4. Etude comparative :	48

Conclusion	49
-------------------	----



Introduction

L'eau est un des éléments essentiels de la plupart des grandes entreprises de transformation de produits alimentaires d'origine animale. Après avoir été utilisée, la plus grande partie de cette eau usée de procédé est retournée à l'environnement. Comme cette eau est habituellement chargée en matières organiques, elle devient dès lors une source de pollution importante pour le milieu récepteur qui la reçoit.

Les abattoirs constituent sans doute l'exemple-type de ces industries où l'eau est utilisée pour le lavage des sous-produits (abats) et l'élimination des déchets (matières fécales, débris de panse et de sang).

Plusieurs études se sont intéressées à la caractérisation et au traitement de ce type d'eau usée par le biais des stations d'épuration soit par des procédés aérobies soit par de procédés anaérobies.

D'autres procédés de traitement sont adoptés pour l'épuration des eaux usées d'abattoir à savoir la filtration sur sable et l'électrocoagulation.

La plupart des données sur la qualité des eaux usées d'abattoir ont été produites en Europe, Australie, les Etats-Unis et peu d'information existe sur la caractérisation et le traitement des eaux usées des abattoirs au Maroc.

Les effluents des abattoirs sont généralement rejetés directement dans le milieu naturel. Ces eaux usées constituent une source de pollution pour le sol et la nappe phréatique de la zone réceptrice. Le traitement de ces effluents est fortement recommandé dans le contexte global d'assainissement des eaux usées par la recherche d'un traitement convenable.

Le présent travail consiste d'abord à évaluer les effluents de l'abattoir KOUTOUBIA à la ville de Mohammedia, à faire ensuite une caractérisation physico-chimique par la détermination de certains paramètres majeurs et globaux de la pollution des eaux usées et enfin de décrire les mesures de protection du milieu récepteur par la recherche d'un moyen de traitement convenable de ces effluents.

Partie I : Présentation du Groupe KOUTOUBIA

1. HISTORIQUE :



En 1985, c'est à cette date que l'histoire du groupe KOUTOUBIA commence, par la création de la première unité industrielle de production, Rue Ibn Khaldoun à Mohammedia « SAPAK » Société Anonyme des Palmeraies KOUTOUBIA.

En 1994, SAPAK obtient de la Direction de l'Élevage un agrément vétérinaire concernant l'activité de charcuterie, salaison et conserves des viandes halal.

En 1996, KOUTOUBIA lance de nouveaux produits et a connu ainsi une véritable métamorphose. Ainsi la construction d'un abattoir avicole et un atelier de découpe de la viande de volaille a été impérative.

En 2001, KOUTOUBIA entre avec passion dans le 3ème millénaire. Le groupe affiche plus que jamais sa volonté d'être la grande marque de référence : présence de plus en plus forte dans la grande distribution, communication soutenue sur les grands médias, innovation continue apportant chaque jour plus de modernité et ce dans le respect de la tradition. KOUTOUBIA mérite plus que jamais sa place de leader du secteur.

En 2003, la création de la Société des Abattoirs Avicoles « SABAV » à HadSoualem, et la Société Beldinde à Settat.

En 2004, la mise en place d'un Espace de Recherche et de Formation pour l'Alimentation « ERFA » destiné à la création et au test de préséries, au développement de nouveaux produits ainsi qu'à la formation continue de son personnel.

En 2005, la création de la Société Délices Viande par le Groupe KOUTOUBIA.

2. L'ENGAGEMENT QUALITE :

Une politique globale de la qualité est mise en œuvre au sein du groupe KOUTOUBIA. Tous les produits et les pratiques respectent la qualité, la santé, la sécurité et l'environnement pour atteindre l'efficacité et l'excellence.

Groupe KOUTOUBIA, fait partie des sociétés qui adopte une politique qualité très claire, et les certifications obtenues, notamment la certification ISO 9001 V 2000 en 2003, en 2006 l'ISO 22000 V 2005 pour la sécurité des denrées alimentaires.



Le groupe s'est adapté à la nouvelle version de ISO 9001 V 2008, l'obtention de la norme OHSAS 18001 version 2007 et sa démarche à l'égard de l'environnement avec la norme ISO 14001 version 2004. L'une des plus grandes structures de certification, a accordé le renouvellement des certifications ISO 9001 et ISO 22000 jusqu'en 2011.

En effet le groupe KOUTOUBIA est en cours de l'installation et la mise en place de la norme ISO 17025:2005 au sein du laboratoire de contrôle qualité.

3. LABORATOIRE CONTROLE QUALITE :

Le laboratoire contrôle qualité a été fondé avec la création de SAPAK et connaît depuis ce temps un grand développement par sa position clé quant aux engagements qualité de l'entreprise, en effet c'est un laboratoire centrale qui a la responsabilité de fournir une gamme de prestations.

3.1 Les données techniques et humaines :

Les moyens humains :

- Le responsable contrôle de qualité.
- Laborantine en microbiologie.
- Laborantine en physico-chimie.

Les moyens matériels:

- Le laboratoire de microbiologie alimentaire.
- Le laboratoire des analyses physico-chimiques.
- Salle de préparation.
- Salle des analyses environnementales.
- Salle bibliothèque.

3.2 Les prestations fournies par le laboratoire :

Le groupe KOUTOUBIA fait partie des sociétés opérant dans le domaine agro-alimentaire, un secteur réglementé par plusieurs lois et exigences visant à améliorer la qualité des produits d'une part, et d'autre part assurer la salubrité et la sécurité alimentaire qui représentent l'une des paramètres déterminant quant au succès du produit et surtout la protection du consommateur.



Cependant, la sécurité sanitaire du produit fini est assurée par un ensemble d'opérations de contrôle à tous les niveaux de la réception des matières premières, en passant par la fabrication jusqu'à la production du produit fini.

En effet au sein du groupe KOUTOUBIA « SAPAK »-Mohammedia, le laboratoire contrôle qualité et dans une philosophie de vérifier si l'article reçu répond à des exigences spécifiées, pour cela des procédures s'applique à toutes les nouveaux, en se basant sur les références et les spécifications de la Norme Marocaine.

Le laboratoire central du contrôle qualité est segmenté en deux sections distinctes à savoir:

a. La section contrôle qualité microbiologique :

Elle permet la vérification à chaque instant de l'adéquation entre les objectifs définis et les résultats obtenus. C'est pour cette raison, que plusieurs types d'analyses ont été effectués selon la nature de l'échantillon réceptionné que ce soit de la matière première, du produit fini ou autre matière auxiliaire.

b. La section contrôle physico-chimique :

Les analyses physico-chimiques peuvent être subdivisées en deux parties, une partie destinée au contrôle des eaux et l'autre partie pour l'analyse de la matière première.

La qualité est connue comme étant l'aptitude à satisfaire les besoins implicites ou explicites du consommateur, or les besoins sont définis par les caractéristiques à atteindre. Ces dernières sont directement déterminées par la métrologie, ceci justifie l'intérêt et la rigueur portée à ce secteur au sein du laboratoire de contrôle qualité du groupe KOUTOUBIA.



Partie II : Synthèse bibliographique

1. LE SECTEUR AVICOLE AU MAROC :

La production avicole traditionnelle, de basse cour à petite échelle, a longtemps appartenu aux domaines des activités rurales féminines.

La production intensive de poulet a été démarrée au milieu des années 70. Vers le milieu des années 80, la flambée des prix du poulet, conjuguée aux prix bas mondiaux du maïs ont fait du secteur avicole une activité attractive.

En amont, les unités de reproduction, du poussin et d'aliment utilisent des technologies modernes pour fournir un produit techniquement acceptable par les producteurs de poules et de poulet de chair. En aval, un secteur de production informel, avec des investissements et des charges très faibles, coexiste avec un secteur formel, moderne, aux charges plus élevées. De même, en aval de la production, les abattoirs certifiés ne peuvent concurrencer l'abattage informel.

D'après la Fédération Interprofessionnelle du Secteur Avicole «FISA», le Maroc produit de la volaille pour ses propres besoins. Les importations portent sur les ingrédients d'aliment, les poussins d'un jour, et les petites quantités de produits carnés (viande de volaille séparée mécaniquement pour la fabrication de produits de charcuterie). La production locale couvre les aliments composés, les poussins de chair et de ponte, les œufs et les poulets. La viande de dinde fraîche découpée est produite localement. Les poulets sont vendus parfois vifs ou prêts à cuire.

Le secteur est considéré comme une agro-industrie, ses opérations en aval sont donc supposées être réglementées. Le renforcement des réglementations de zonage (distance entre élevages) et de l'abattage, dépend de la décision des autorités compétentes.

Le secteur avicole a connu récemment un développement soutenu. Ce secteur génère environ 98.000 emplois directs et 225.000 emplois indirects. Les investissements consentis dans ce secteur sont évalués à 8,7 milliards de Dirhams et le chiffre d'affaires réalisé avoisine 21,1 milliards de Dirhams.

Par ailleurs, la viande de volaille occupe la première place parmi les autres productions de viandes avec une quantité de 440.000 tonnes / an. La production annuelle d'œufs de consommation s'élève à 3,1 milliards d'unités. Les produits avicoles sont consommés par



l'ensemble de la population et constituent le seul recours pour l'amélioration de la sécurité alimentaire de notre pays en terme de protéines d'origine animale.

Les infrastructures de base se composent de 47 couvoirs, 40 unités de production d'aliments composés et plus de 5250 unités d'élevage de poulets de chair et de poules pondeuses. Le réseau d'abattoirs avicoles est actuellement constitué de 23 unités agréées par les services vétérinaires [1].

2. L'ABATTOIR AVICOLE :

L'abattoir avicole est un endroit où l'on abat les volailles et où on prépare les carcasses à la consommation. La terminologie volaille correspond aux oiseaux de basse cour à savoir: l'oie, la dinde, le poulet, le canard et la pintade.

L'abattage est une opération fondamentale très influente sur l'avenir du produit. Les différentes étapes de l'abattoir (figure 1) sont les suivantes :

■ Ramassage et transport :

Le ramassage de la volaille aux fermes se fait la nuit pour éviter la chaleur de la journée ainsi que le stress des volailles. Elles sont placées dans des cagettes.

■ Réception de la volaille:

Les camions à leur arrivée attendent dans la zone de réception où une vérification hygiénique et une pesée sont effectuées.

■ Accrochage :

Les volailles sont accrochées aux manilles par les pattes de façon à ce que la volaille se débatte le moins possible.

■ Saignée :

La saignée s'effectue selon le rituel musulman, c'est-à-dire la volaille égorgée en direction de la Mecque en prononçant « Au nom de Dieu Le Clément Le Miséricordieux, Dieu est Grand » [2]. La volaille est laissée dans le couloir de saignée au minimum 2 minutes pour favoriser



l'écoulement du sang. Ce dernier est collecté dans des bacs jusqu'à sa solidification puis évacué avec les déchets solides.

■ Echaudage :

Pour pouvoir procéder au plumage, la volaille est plongée dans un bac d'eau chaude. La température utilisée est d'environ 50 à 52°C.

■ Plumaison :

Après échaudage, les carcasses sont soumises à une machine de plumage qui permet d'extraire les plumes des follicules.

■ Etêttement :

Le cou de l'oiseau passe à travers un dispositif qui enlève la tête tandis que le corps est tiré par le convoyeur aérien.

■ Eviscération :

Ouverture par aspiration est pratiquée dans la paroi abdominale sous le croupion. On agrandit l'incision autour de l'orifice afin d'enlever les intestins et de faciliter l'accès aux autres abats. Les viscères non comestibles sont dissociés de la carcasse. Les pattes et les jarrets sont ensuite tranchés et récupérés par un système d'évacuation des déchets.

■ Ressuyage :

La carcasse est stockée à 4°C pendant 2 heures.

L'abattoir avicole génère différents types de déchets. On distingue les déchets solides et les déchets liquides (figure 1):

Plusieurs travaux ont rapporté que les déchets d'abattoir constituent une source considérable en matière azotée, matières en suspension et en matière sèche avec des valeurs très remarquables. Cette diversité dépend de plusieurs facteurs tels le type d'élevage et la nature du régime alimentaire. [3]

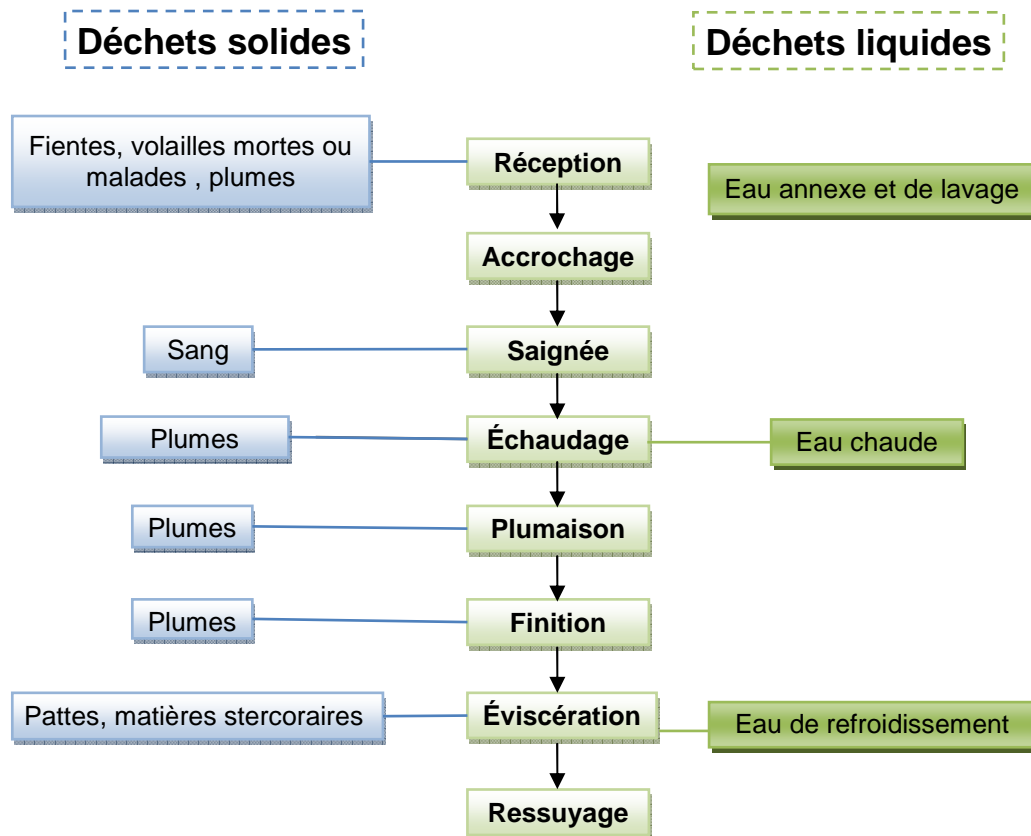


Figure 1: Emplacement des différents types de déchets de l'opération d'abattage

Dans un abattoir de volailles, l'eau est utilisée à presque toutes les étapes du procédé de production :

- ✓ à la réception, l'eau du nettoyage des cages transporte du fumier et des plumes.
- ✓ à la saignée, la partie du sang qui ne peut être récupérée se retrouve dans l'eau de nettoyage.
- ✓ à l'échaudage, l'eau sert à ébouillanter les volailles, pour ainsi faciliter l'enlèvement ultérieur des plumes.
- ✓ au plumage, l'eau est utilisée pour transporter les plumes.
- ✓ à l'éviscération, l'eau permet le transport des viscères.
- ✓ au refroidissement, l'eau sert à refroidir les volailles.

De plus, à diverses étapes du procédé, l'eau sert au lavage des volailles ainsi qu'au nettoyage des différents équipements.



3. REGLEMENTATION ET DECRET EN VIGUEUR AU MAROC :

Les nécessités du développement social et économique imposent un recour à l'aménagement de l'eau pour satisfaire les besoins des populations. Ces besoins sont eux-mêmes en continuelle croissance, souvent concurrentiels, voir contradictoires, ce qui rend le processus de gestion de l'eau fort complexe et de mise en œuvre difficile. Pour faire face à cette situation, il est indispensable de disposer notamment d'instruments juridiques efficaces, en vue d'organiser la répartition et le contrôle de l'utilisation des ressources en eau et d'en assurer également la protection et la conservation.

a) Historique sur la législation des eaux au Maroc :

Les règles qui régissent le domaine public hydraulique sont de diverses origines. Toutefois, au Maroc, le premier texte se rapportant à l'eau date de 1914. Il s'agit du dahir du 7 chaâbane 1332 (1er juillet 1914) sur le domaine public qui, complété par les dahirs de 1919 et 1925, intègre toutes les eaux, quelle que soit leur forme, au domaine public hydraulique.

Depuis cette date, les ressources en eau ne peuvent faire l'objet d'une appropriation privative, à l'exception des eaux sur lesquelles des droits ont été légalement acquis.

Dans leur ensemble, les textes essentiels relatifs à l'eau remontent donc aux premières décennies du siècle dernier. Ils ont été élaborés en fonction des besoins et des circonstances, de telle façon que la législation marocaine actuelle relative à l'eau se présente sous forme d'un ensemble de textes épars, mis à jour par étapes à des dates différentes. Cette législation n'est plus aujourd'hui adaptée à l'organisation moderne du pays et ne répond plus aux besoins de son développement socio-économique.

b) Loi 10-95 :

La loi 10-95 (Dahir n° 1-95-154 du 18 rabii I 1416 (16 août 1995)) sur l'eau a apporté des innovations notamment l'adoption de certains principes fondamentaux d'une gestion efficace, décentralisée et concertée à tous les niveaux entre l'administration, les usagers de l'eau et les élus. La loi 10-95 est une des premières lois environnementales votées après le sommet de Rio. Elle consacre des principes généraux importants (Pollueur payeur, et préleveur payeur) et prévoit la mise en place d'un système intégré pour la gestion des ressources en eau notamment par la mise en place des agences de bassins qui ont pour missions d'exercer les prérogatives de planification, d'autorisation, de perception des redevances d'utilisation et des redevances de pollution et de contrôle dans le domaine de l'eau.



Malgré le retard constaté, l'effort consenti dans la mise en place des instruments d'application prévus par la loi, a été accéléré durant les dernières années. Les principaux décrets et arrêtés promulgués concernent la mise en place des agences de bassins, l'inventaire des ressources en eau, la reconnaissance des droits acquis, les procédures de délimitation du domaine public hydraulique, la procédure de déclaration pour la tenue à jour de l'inventaire des ressources en eau, les périmètres de protection, les déversements et rejets et la fixation des normes de qualité, etc.

Nous citerons à cet effet le décret n° 2-04-553 du 24 Janvier 2005 relatif aux déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects dans les eaux superficielles ou souterraines, qui repose essentiellement sur les principes suivants : l'unité de gestion de l'eau est le bassin hydraulique : la demande de l'autorisation de déversement est adressée au directeur de l'agence du bassin [4].

Les caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques de tout déversement doivent être conformes aux valeurs limites de rejets fixées par arrêtés conjoints des autorités gouvernementales chargées de l'intérieur, de l'eau, de l'environnement, de l'industrie et de toute autre autorité gouvernementale concernée.

L'application du principe pollueur-payeur (redevance de pollution), le décret mentionne l'habilitation des agences de bassins hydrauliques à percevoir des redevances, en contrepartie de l'autorisation de déversement, et à l'octroi des aides financières et techniques pour la dépollution.

4. L'EAU : POLLUTION ET CLASSIFICATION

L'eau, constituant principale de la matière vivante peut être définie comme étant un liquide translucide, n'ayant ni odeur et ni saveur. C'est une ressource naturelle que l'homme utilise pour différents usages : l'alimentation, l'agriculture, l'industrie et pour son bien-être.

Les besoins en eau des populations sont de plus en plus grands suite à l'expansion industrielle, la modernisation agricole et l'évolution du niveau de vie. Ceci génère de plus en plus d'eaux usées. Cette eau, ayant subi une modification physique, chimique et/ou biologique n'est plus utilisable en l'état. Le recours à l'épuration des eaux usées pour leur éventuel réutilisation n'est plus du domaine du luxe mais devient une nécessité pour l'homme et son environnement.

Au Maroc, la réutilisation des eaux usées est primordiale. Cependant l'insuffisance des moyens techniques et financiers mis en œuvre limite la généralisation de cette pratique.

En effet sur les 500 millions de m³ d'eaux usées rejetées, seule une part estimée à 5% est traitée. Le reste est rejeté à l'état brut. Il en découle alors des conséquences néfastes pour la santé publique, l'environnement et plus particulièrement pour les ressources hydriques du pays.

1.1 La pollution de l'eau :

Il existe trois grandes formes de pollution de l'eau : la pollution physique, chimique et biologique.

1.1.1 Pollution physique :



La pollution physique renferme la pollution mécanique due à la présence de particules en suspension, la pollution radioactive et la pollution thermique ou calorifique. Cette pollution est généralement observée par le rejet d'une eau à une température supérieure à celle du milieu récepteur, ce qui provoque des perturbations des processus naturels des écosystèmes.

Les matières en suspension causent de nombreux troubles au niveau de la turbidité de l'eau et empêchent une bonne oxygénation des eaux.

1.1.2 Pollution chimique :

Elle est caractérisée par la présence à l'état soluble de composés organiques et inorganiques. La pollution inorganique est due à la présence de minéraux qui en subissant des transformations, engendre des modifications du pH, de la dureté et de la salinité de l'eau. Ceci provoque des effets perturbateurs sur plusieurs processus biologiques naturels.

La présence de métaux lourds aggrave la situation, suite à leur bioaccumulation à différents niveaux de la chaîne trophique. La pollution organique est généralement provoquée par les composés azotés et organophosphorés issus de l'activité humaine engendrant plusieurs problèmes tels que l'eutrophisation des retenus hydriques ou leur accumulation dans la nappe suite à leur infiltration.

1.1.3 Pollution biologique :

Cette pollution est due à la présence de micro-organismes (bactéries, virus, champignons et parasites) à caractères pathogènes ou non. L'exposition à une telle pollution peut provoquer ce qu'on appelle communément les maladies hydriques.

1.2 Classification des eaux usées :

Selon leur provenance, les eaux usées sont classées en eaux usées domestiques, eaux usées industrielles et eaux usées de ruissellement ou pluviales.

4.2.1 Eaux usées domestiques :

Ces sont les eaux d'origine domestique ou ménagères résultant de l'activité humaine quotidienne. Elles sont de deux types : les eaux usées de vanne qui correspondent aux usées de toilettes et les eaux grises qui correspondent aux autres activités telles que les eaux de lavages, vaisselle, etc. [5]. Ces eaux sont évacuées via les égouts vers une zone d'assainissement collective ou vers les fosses septiques.



4.2.2 Eaux usées industrielles :

Issues des différentes étapes de l'activité industrielle, elles ont une composition physico-chimique très variée. Elles sont soit évacuées de façon spécifique, soit mélangées au réseau domestique.

4.2.3 Eaux pluviales et de ruissellement :

Ce sont les eaux de pluie qui ruissellent et se chargent en impuretés au contact de l'air et des résidus contenus sur les toitures, les chaussées. Elles passent directement dans le réseau d'assainissement.

5. TRAITEMENTS EPURATOIRES :

L'objectif de l'épuration des eaux résiduaires est de limiter le rejet des matières polluantes dans le milieu récepteur. La dépollution de l'eau usée nécessite parfois une succession d'étapes faisant appel à différents types de traitement physique, chimique ou biologique.

Actuellement, il existe plusieurs procédés pour le traitement des eaux usées. Le choix du procédé est fonction de la charge polluante à épurer.

La première étape dans tout processus de dépollution des eaux usées consiste en un prétraitement.

5.1 Prétraitement :

Les effluents doivent subir avant le traitement proprement dit, un prétraitement (figure 2) comportant un certain nombre d'opérations à caractère physique ou mécanique. Le but est d'extraire et d'éliminer les éléments solides en suspension ou en flottation, qui pourraient constituer une gêne pour les traitements ultérieurs.

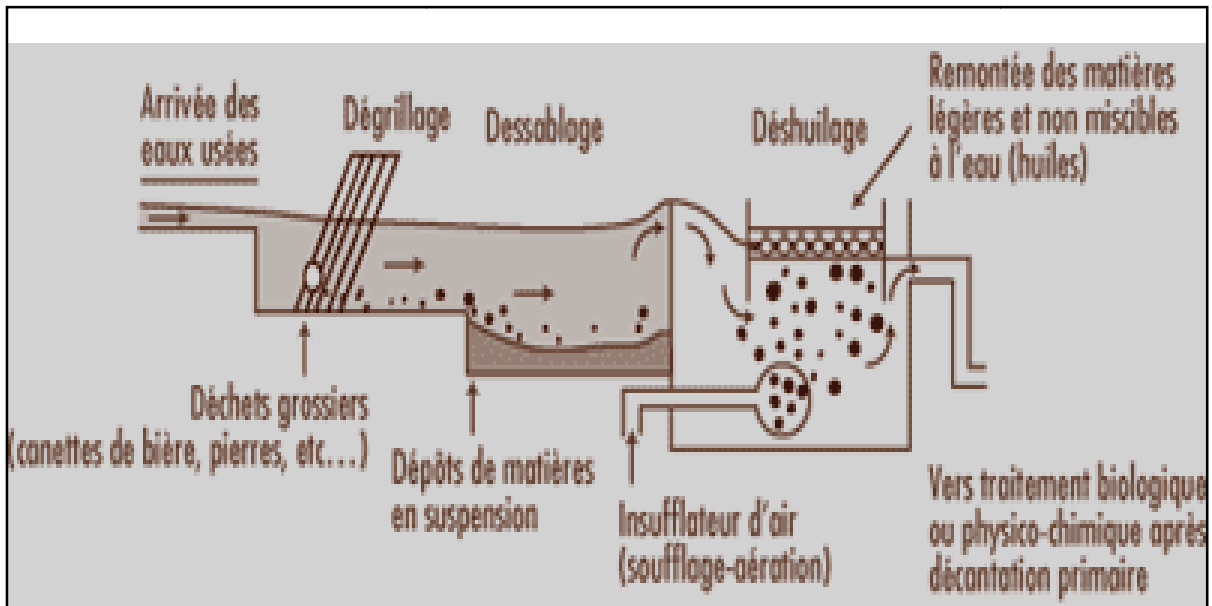


Figure 2 : Représentation schématique des procédés de prétraitement

Les différentes étapes du prétraitement sont :

Le dégrillage :

Il permet de retenir les gros déchets solides susceptibles de provoquer des dégâts sur les conduites et machines des différentes unités et installations.

Le dessablage :

Il permet de séparer la terre et le sable susceptibles d'endommager les pompes. Cette opération se fait par refoulement des particules de sables vers un conteneur d'évacuation.

Le déshuilage : l'émulsion des corps gras est favorisée par souffle d'air comprimé. Les huiles qui flottent sont évacuées par raclage à la surface.

5.2 Traitement primaire :

Il existe différents types de traitements primaires dont les plus importants sont : la coagulation-floculation, la décantation et le traitement biologique.

5.2.1 Coagulation floculation :

Le procédé de coagulation est défini comme étant une déstabilisation des particules en suspension par la neutralisation de leurs charges électriques, le plus souvent à l'aide de réactifs chimiques nommés coagulants. Les

principaux coagulants utilisés pour déstabiliser les particules et produire des floccs sont : le sulfate d'aluminium, l'aluminate de sodium, le chlorure ferrique, le sulfate ferrique ou le sulfate ferreux.

Dans une eau de surface, les colloïdes portent une charge négative située à leur surface.

Ces charges négatives attirent les ions de charges opposées, en solution dans l'eau. Ceux-ci sont étroitement collés aux colloïdes et forment la couche liée ou de STERN. Cette couche attire à son tour des anions accompagnés d'une faible quantité de cations, c'est la couche diffuse ou de GOUY. Il y a donc formation au niveau du bassin d'une double couche ionique, l'une accompagnant la particule lors de ces déplacements, l'autre se déplaçant indépendamment ou avec un certain retard [6]. (Figure 3)

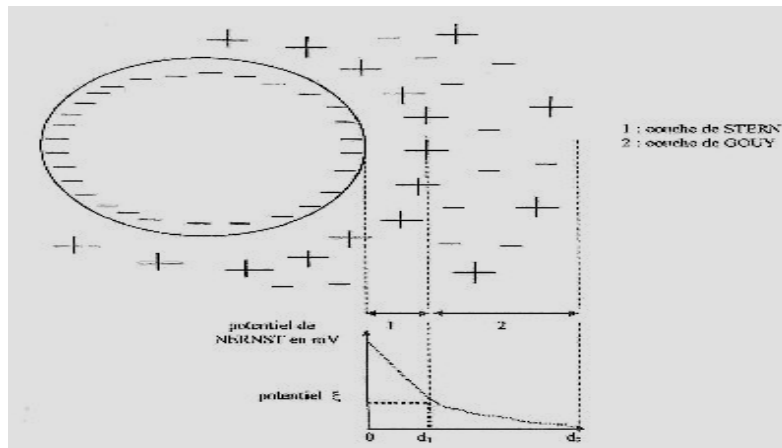


Figure 3 : Représentation schématique de la couche de STERN et de GOUY

Après avoir subi le traitement de coagulation, l'eau va être transférée dans un décanteur. C'est dans celui-ci qu'elle commencera l'accrétion. En effet, rien ne s'oppose plus au rassemblement des colloïdes neutralisés. Il faut juste maintenir une agitation lente pour favoriser les accrétions. Celles-ci peuvent être accélérées par l'ajout d'un polymère qui emprisonne les matières colloïdales agglomérées et forment ainsi des floccs volumineux qui se déposent par gravité. C'est le flocc.

On peut aussi accélérer le phénomène par une régulation d'un pH optimum pour obtenir la précipitation possible de l'ensemble des hydroxydes métalliques qui apparaissent grâce à la réaction de coagulation. On peut utiliser de l'hydroxyde de calcium $\text{Ca}(\text{OH})_2$ appelé aussi lait de chaux et l'acide sulfurique pour réguler ce pH optimum qui se situe aux alentours de 8 [6].

Le procédé de coagulation floculation (figure 4), donne lieu à la séparation de phases solide et liquide.

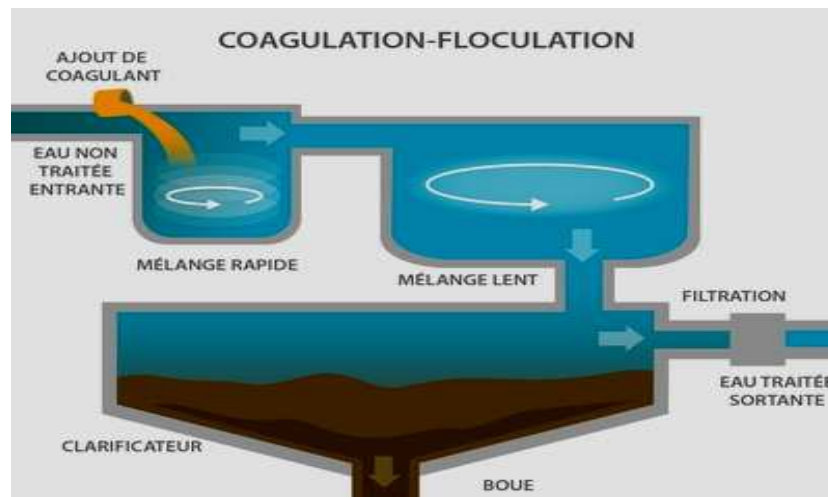


Figure 4: Principe de la coagulation-floculation

La coagulation-floculation présente plusieurs avantages. Elle répond rapidement aux variations de charges, elle permet une bonne élimination de la pollution particulaire et présente une compacité des installations et une meilleure intégration au site.

Cependant, elle présente quelques inconvénients tels que des rendements d'épuration inférieurs aux rendements d'autres procédés. La coagulation-floculation produit une grande quantité de boues et coûte très cher.

5.2.2 Décantation :

Procédé utilisé dans pratiquement toutes les stations d'épuration et de traitement des eaux, la décantation a pour but d'éliminer les particules en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau. Ces particules s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée.

La décantation présente plusieurs avantages : l'effluent reste frais et ne devient pas septique, les générées présentent une bonne stabilisation et nécessite un seul ouvrage pour assurer la décantation et la digestion des boues. Cependant, elle présente quelques inconvénients tels que la taille de l'ouvrage (photo 1) en génie civil avec des risques d'odeurs.



Photo 1 : Bassin de décantation

5.2.3 Traitement biologique :

Ce sont des traitements biologiques qui reproduisent, artificiellement ou non, les phénomènes d'autoépuration existant dans la nature. Ils regroupent l'ensemble des processus par lesquels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution. Ceci peut être réalisé par voie aérobie ou anaérobie.

a) Les lits bactériens :

Les eaux usées sont dispersées uniformément grâce à un sprinkler (figure 5) et ruissellent à travers les matériaux sur lesquels se développeront des biofilms de bactéries, d'algues, de protozoaires, de vers et de moisissures. Les vers, macro invertébrés et les larves contribuent à empêcher le colmatage du garnissage par les biofilms.

L'eau usée ruisselle à travers le matériau de garnissage et forme un film liquide traversé par l'oxygène de l'air et par le dioxyde de carbone provenant de la biomasse. Les matières à dégrader sont transférées de la phase liquide à la biomasse fixée [7].

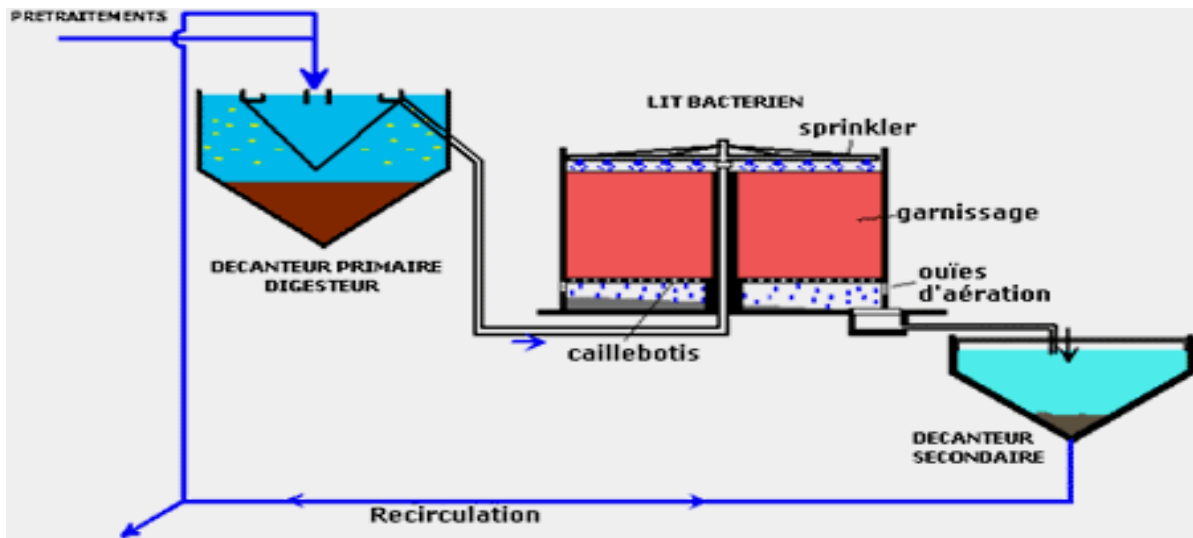


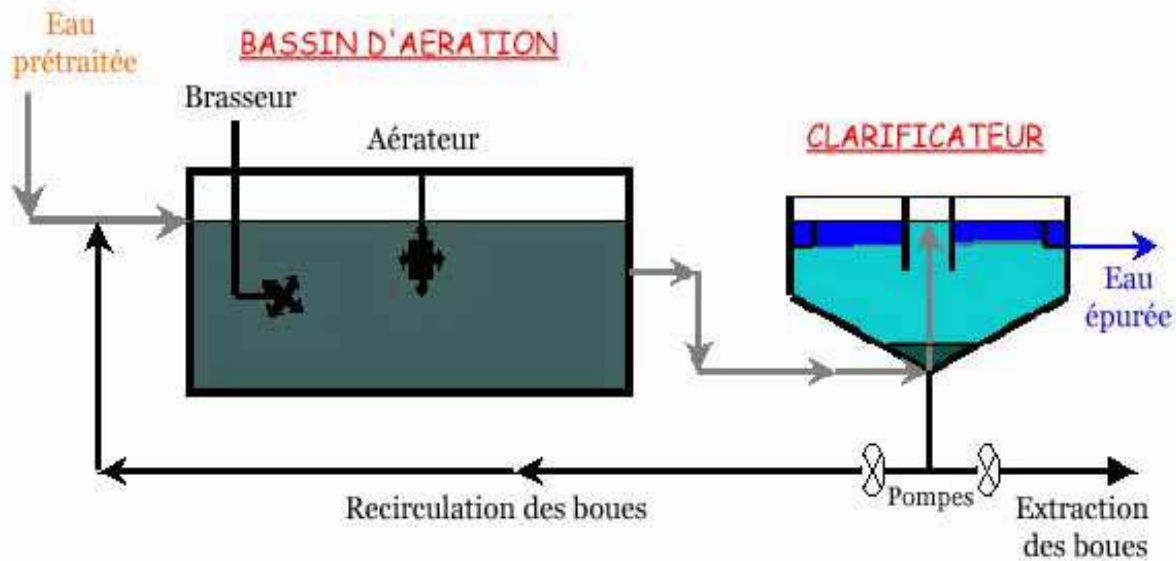
Figure 5 : Schéma du procédé lits bactériens

Le procédé lits bactériens présente plusieurs avantages tels qu'une faible consommation d'énergie, fonctionnement simple demandant peu d'entretien et de contrôle.

Cependant, il présente quelques inconvénients tels qu'une faible performance épuratoire comparée à d'autres procédés, un coût d'investissement assez élevé. Il nécessite donc un prétraitement efficace et présente une sensibilité au colmatage et au froid.

b) Les boues activées :

Dans ce cas, les eaux usées sont dirigées vers un bassin d'aération où elles sont mises en contact avec une biomasse responsable de l'épuration. Dans ce réacteur, la pollution dissoute est transformée en flocons de boues par assimilation bactérienne. Les flocons peuvent alors être séparés de l'eau traitée par décantation. Une partie des boues recueillies au niveau du décanteur est réinjectée dans le bassin d'aération.



Figure

6 : Schéma du principe des boues activées

Les boues activées entraînent plusieurs avantages. Elles présentent des degrés d'épurations biologiques sûres, une meilleure efficacité comparée aux lits bactériens avec une phase de démarrage courte et un bon rendement d'épuration de la DBO_5 .

Cependant, elles présentent quelques inconvénients tels qu'un coût d'investissement important, une grande consommation d'énergie et nécessitent une surveillance régulière.

c) Les disques biologiques :

L'eau usée, préalablement décantée, alimente un ouvrage dans lequel des disques fixés sur un axe sont mis en rotation à vitesse lente. Sur ces disques biologiques en plastique se développe alors un film bactérien. Lors de leur émergence, ces bactéries prélèvent l'oxygène nécessaire à leur respiration et lors de l'immersion, elles absorbent la pollution dissoute pour leurs besoins nutritifs [7].

Dès que le film biologique dépasse une épaisseur précise de quelques millimètres, il se détache et s'entraîne vers le décanteur final où il est séparé de l'eau épurée.

Les boues ainsi piégées sont renvoyées par pompage périodique vers l'ouvrage de tête pour y être stockées et digérées.

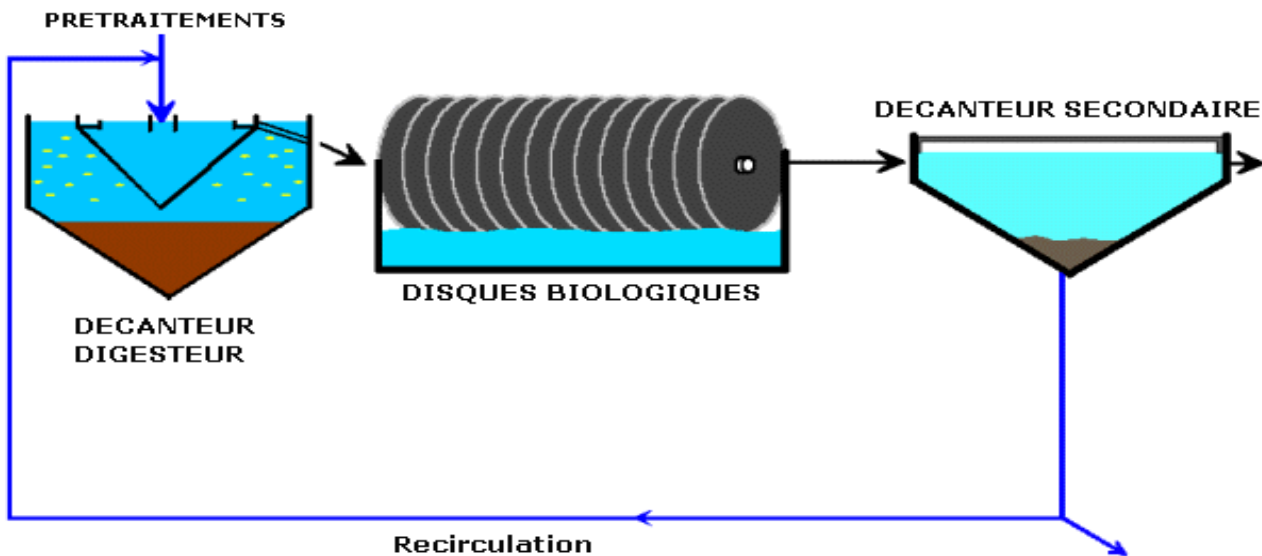


Figure 7 : Schéma simple de fonctionnement des disques biologiques

Il est à noter que le choix du type de traitement à mettre en place pour une unité de production dépend de plusieurs éléments :

- Il dépend de la charge à épurer qui est fonction de la quantité hydraulique et organique.
- Il dépend de la topographie de l'entreprise qui est fonction de l'emplacement de l'entreprise et de l'espace réservé au traitement.
- Il dépend du critère économique qui est fonction du budget alloué à la mise en place pour la réalisation de l'ouvrage.

5.3 Les traitements secondaires :

La filtration lente (figure 8), moyen d'affinement, est une méthode d'épuration biologique qui consiste à faire passer l'eau à travers un lit de matériau filtrant à une vitesse de 0,14 à 0,2 m/h. Le matériau filtrant le plus approprié est le sable. Au cours de ce passage, la qualité de l'eau s'améliore considérablement par la diminution du nombre de micro-organismes (bactéries, virus, kystes), par élimination des matières en suspension et colloïdales et par des changements de composition chimique.

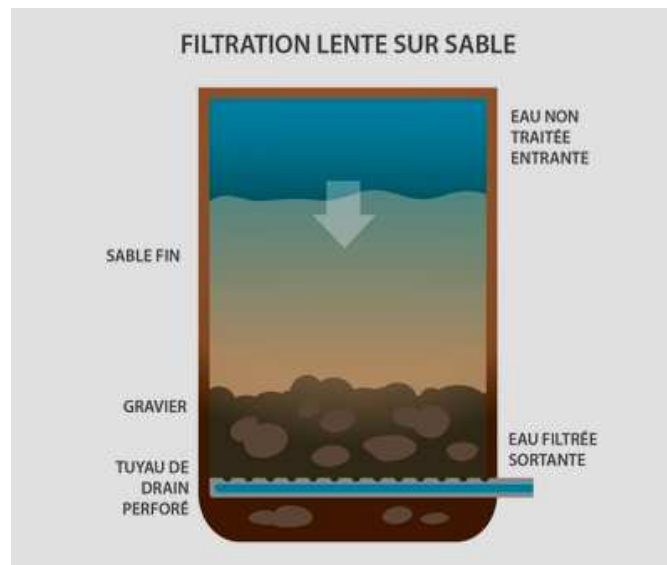


Figure 8 : Schéma du principe de la filtration sur sable

La filtration présente plusieurs avantages. Elle est économique, efficace et elle est simple à exploiter.

Cependant elle présente quelques inconvénients, tel qu'une prolifération de certains types d'algues pouvant provoquer un colmatage rapide du lit filtrant. Par conséquent un prétraitement par décantation est indispensable.

Au terme de cette étude bibliographique, nous avons pu recenser tous les types de pollutions possibles. Un bref rappel des textes et loi régissant le domaine de l'eau nous a permis de nous situer dans le contexte juridique marocain.

Nous avons défini la problématique des rejets émis lors d'un abattage de volailles en répertoriant toutes les pollutions possibles, ainsi qu'un descriptif des procédés d'épuration existant.

Dans la partie suivante on va présenter les techniques d'analyses effectuées pour la détermination des paramètres de caractérisation des rejets liquides de l'abattoir de volailles.

Partie III : Matériels et méthodes

La caractérisation physico-chimique et bactériologique des effluents de l'abattoir comporte trois étapes essentielles :

- L'échantillonnage,



- L'analyse,
- L'interprétation.

1. ECHANTILLONNAGE :

L'entreprise KOUTOUBIA reçoit en moyenne 16 000 têtes de volailles par jour, ce qui nécessite en moyenne pour leur abattage environ 300 000 litres d'eau potable.

Les eaux usées issues de l'abattoir sont récupérées dans un bassin, après l'opération de dégrillage retirant les déchets solides. Dès que l'eau arrive à un certain niveau, une pompe la transfère dans le réseau d'assainissement.

Des observations préliminaires ont montré que la constitution et la couleur des eaux usées varient au cours du temps lors de l'opération d'abattage. C'est pourquoi, nous avons choisi quatre prélèvements couvrant la totalité de l'activité journalière de l'abattoir. Il s'agit des horaires 08 heures (début de l'opération d'abattage), 10 heures (milieu de l'opération d'abattage), 14 heures (fin de l'opération d'abattage) et 16 heures (préparation des lieux pour une nouvelle opération).

Au total, 10 prélèvements ont été effectués. Les eaux ont été prélevées dans des flacons propres préalablement rincés avec l'échantillon puis stockés à 4°C et à l'abri de la lumière. Les analyses doivent être effectuées dans les 6 heures suivant le prélèvement, dans le cas contraire un traitement à l'acide sulfurique est nécessaire. Chaque prélèvement porte un étiquetage mentionnant la date du prélèvement, le volume prélevé et la personne chargée du prélèvement.

En ce qui concerne notre étude, le choix des analyses s'est porté sur les critères retenus pour la caractérisation des eaux usées.

2. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES :

Les paramètres mesurés in situ sont comme suit :

2.1 Le pH et la température

La température et le pH ont été déterminés par un pH-mètre combiné à un thermomètre.

2.2 La conductivité :



La conductivité électrique de l'eau, mesure sa capacité à transporter le courant électrique, sur le terrain. Elle dépend des substances dissoutes qu'elle contient. Sa mesure permet d'évaluer la quantité totale de solides dissous dans l'eau.

L'unité de conductivité (micro Siemens ou micro-ohm par centimètre) est l'inverse d'une résistance.

2.3 L'oxygène dissous :

La détermination de la concentration en oxygène dissous est faite sur place à l'aide d'un oxymètre étalonné avant chaque manipulation. On lit directement la concentration exprimée en mg/l en O₂.

3. ANALYSES CHIMIQUES :

Tous les éléments chimiques importants dans l'eau ont été dosés à savoir des éléments majeurs: les sulfates, les ammoniums, les nitrates, les nitrites et le phosphore.

3.1 Les matières en suspension (MES) :

L'eau est centrifugée à une vitesse de 10 000 tours/min pendant 20min. le tube est recueilli, séché à 105°C et pesé[8]. La matière en suspension est donnée par la relation :

$$\text{MES} = [(M_1 - M_0) / V] * 1000$$

M₀: masse du tube à centrifuger lavé et séché en (mg)

M₁: masse du tube après utilisation et séchage en (mg)

V: volume d'eau à analyser en (ml)

3.2 La matière grasse (MG) :

La matière grasse contenue dans l'échantillon d'eau analysé a été extraite par une extraction liquide-liquide dans 3 volumes d'hexane à l'aide d'ampoule à décanter. L'hexane est ensuite évaporé à l'extracteur rotatif et la teneur en matière grasse a été déterminée par pesée différentielle[9].

La quantité de matière grasse exprimée en mg/l est calculée selon l'expression suivante :

$$C_{\text{matières grasse}} = (m_2 - m_1) * 1000 / V_{\text{essai}}$$

m₁ : masse du ballon avant analyse (mg)

m₂ : masse du ballon après analyse (mg)



Vessai : volume de prise d'essai (l)

3.3 La demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

La DBO₅ correspond à l'oxygène utilisé par les microorganismes pour dégrader les matières organiques présentes dans l'eau. Elle est évaluée dans une enceinte thermostatée à 20°C pendant 5 jours[10].

L'analyse est effectuée par la méthode commerciale « OxiTop ». L'échantillon à analyser est introduit dans une bouteille fermée hermétiquement par une tête qui permet de calculer la dépression générée par la consommation de l'oxygène.

3.4 La demande chimique en oxygène (DCO):

La DCO correspond à la quantité d'oxygène consommée par voie chimique pour oxyder les matières oxydables contenues dans l'eau. La détermination de la DCO a été effectuée par deux méthodes :

❖ Méthode I :

L'échantillon est mélangé avec un excès de dichromate de potassium en milieu acide en présence du sulfate d'argent comme catalyseur. Après 2 heures de chauffage à 150°C, l'excès de dichromate a été titré par une solution de sulfate de fer et d'ammonium (sel de Mohr) selon la norme[11].

La concentration du sulfate de fer et d'ammonium a été vérifiée en présence de ferroïne comme indicateur coloré. 100 ml d'eau distillée ont été ajoutés à 10 ml de solution de digestion, puis 30 ml d'acide sulfurique a été ajouté au mélange. A la zone de virage, la concentration de la solution est :

$$C_{\text{sel de Mohr}} = \frac{6 \cdot V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \cdot C_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{V_{\text{de titration}}}$$

Dans un matras de DCO, 10 ml de solution de digestion ont été ajoutés à 20 ml d'échantillon à analyser en présence de 30 ml de solution catalytique. Après chauffage à reflux pendant 2 heures à 150°C et refroidissement, le minéralisât a été récupéré et son volume a été ramené à 100 ml par de l'eau distillée. La titration est alors effectuée par la solution de sulfate de fer et d'ammonium en présence de ferroïne. Un témoin blanc a été préparé avec de l'eau distillée.

La valeur de la DCO exprimée en mg d'O₂/l a été alors calculée selon l'expression suivante :

$$\text{DCO} = \frac{(V_b - V_e) \cdot C_{\text{sel de Mohr}} \cdot 8000}{V_{\text{essai}}}$$

DCO : mg d'O₂/l

V_b: volume obtenu pour le témoin blanc (ml)



V_e : volume obtenu pour l'échantillon (ml)

V_{essai} : volume de prise d'essai (ml)

$C_{\text{sel de Mohr}}$: g/l

❖ Méthode II :

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure [9].

■ Mode opératoire

La procédure que nous avons adoptée pour la mesure de la DCO est comme suit :

- ✓ Ajouter successivement une pincée de sulfate de mercure à 2.5 ml d'échantillon, plus 0.5 ml de la solution A (1L d'acide sulfurique + 6.6g de sulfate d'argent), plus 1.5 ml du dichromate de potassium (12.26g/l d'eau distillée), ensuite 3 ml de solution A dans des tubes à essai.
- ✓ Mettre les tubes dans un DCO mètre et laisser bouillir pendant 2 heures.
- ✓ Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 600 nm.

3.5 L'azote total (NTK):

L'azote total contenu dans les échantillons a été déterminé par la méthode Kjeldahl. 50 ml d'échantillon ont été digérés par 10 ml d'acide sulfurique concentré dans un matra en présence du catalyseur de minéralisation (sulfate de potassium et de cuivre) par chauffage graduel : 1 heures à 200°C puis 2 heures à 370°C. Après refroidissement, addition de 75 ml d'eau distillée et de 50 ml de soude à 33%, les vapeurs ont été entraînées et récupérées dans 25 ml d'acide borique à 4%. La titration de la solution d'ammoniac obtenu a été effectuée par une solution d'acide chlorhydrique 0,01N en présence du Tashiro comme indicateur. La correspondance du volume d'acide chlorhydrique ajouté est la quantité d'azote : 1ml → 0.28 mg de N[9].

3.6 Dosage du phosphore (Pt):



En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrique. Certaines formes organiques pouvant être hydrolysées au cours de l'établissement de la coloration et donner des orthophosphates, le développement de la coloration est accélérée par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium[9].

■ Etablissement de la courbe d'étalonnage :

Introduire dans une série de fioles jaugées de 25 ml :

Numéro des fioles	T	I	II	III	IV	V
Solution étalon de phosphore à 1 mg/l (ml)	0	1	5	10	15	20
Eau permutée (ml)	20	19	15	10	5	0
Correspondance en mg de phosphore	0	0.001	0.005	0.01	0.015	0.02

Tableau 1 : Etablissement de la courbe d'étalonnage du phosphore

Introduire dans chaque fiole 1 ml de solution d'acide ascorbique, agiter, puis ajouter 4 ml de réactif, mélanger soigneusement, compléter éventuellement le volume à 25 ml .

Attendre 30 minutes pour que la coloration se stabilise et effectuer les mesures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 750 nm. Tracer la courbe d'étalonnage.

■ Mode opératoire

On vérifie le pH de l'échantillon qui doit être compris entre 2 et 7 et on l'ajuste si c'est nécessaire.

Introduire 20ml d'eau dans une fiole jaugée de 25ml, ajouter 1 ml de solution d'acide ascorbique puis poursuivre comme pour l'établissement de la courbe d'étalonnage. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

3.7 Dosage des sulfates :



Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum. Le précipité ainsi obtenu est stabilisé à l'aide d'une solution de Tween. Les suspensions homogènes sont mesurées au spectrophotomètre[9].

■ Etablissement de la courbe d'étalonnage :

Dans une série de tubes numérotés, introduire successivement :

Numéro des tubes	T	I	II	III	IV	V	VI
Solution étalon de sulfate (ml)	0	1	3	5	7	9	10
Eau permutée (ml)	50	49	47	45	43	41	40
Acide chlorhydrique au 1/10 N (ml)	1	1	1	1	1	1	1
Solution de chlorure de baryum stabilisée (ml)	5	5	5	5	5	5	5
Correspondance en mg/l de sulfate	0	3	9	15	21	27	30

Tableau 2 : Etablissement de la courbe d'étalonnage des sulfates

Agiter 2 ou 3 fois énergiquement. Après 15 minutes de repos. Agiter à nouveau et faire la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 650 nm. Construire la courbe d'étalonnage.

■ Mode opératoire

Dans un tube, introduire successivement 50 ml d'eau à analyser, 1 ml d'acide chlorhydrique au 1/10N et 5 ml de solution de chlorure de baryum + Tween 20.

Préparer dans les mêmes conditions un tube témoin en remplaçant l'eau à analyser par de l'eau permutée.

Agiter énergiquement et laisser reposer 15 minutes. Agiter de nouveau et faire les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 650 nm. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

3.8 Dosage des nitrites :



La diazotation de l' amino-4-benzènesulfonamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le dichlorure de N-(naphtyl-1) diamino-1,2-éthane donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage spectrophotométrique[9].

■ Etablissement de la courbe d'étalonnage :

Introduire dans une série de fioles jaugées de 50 ml :

Numéro des fioles	T	I	II	III	IV	V
Solution fille étalon à 1 mg/l (ml)	0	1	2.5	5	7.5	10
Eau permutée (ml)	50	49	47.5	45	42.5	40
Correspondance en mg /l d'azote nitreux (NO ₂)	0	0.02	0.05	0.1	0.15	0.5
Réactif de diazotation (ml)	1	1	1	1	1	1

Tableau 3 : Etablissement de la courbe d'étalonnage des nitrites

Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 543 nm. Construire la courbe d'étalonnage.

■ Mode opératoire :

Introduire 50 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

3.9 Dosage des nitrates :

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrique[9].



■ Etablissement de la courbe d'étalonnage

Dans une série de capsules de 60 ml introduire successivement :

Numéro des capsules	T	I	II	III	IV
Solution étalon d'azote nitrique 5mg/l (ml)	0	1	2	5	10
Eau permutée (ml)	10	9	8	5	0
Correspondance en mg /l d'azote nitrique	0	0.5	1	2.5	5
Solution d'azoture de sodium (ml)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Acide acétique (ml)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Tableau 4 : Etablissement de la courbe d'étalonnage des nitrates

Attendre 5 minutes puis évaporer à sec au bain-marie ou dans une étuve portée à 75-80 °C (ne pas surchauffer ni chauffer trop longtemps). Ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium, mélanger puis évaporer. Laisser refroidir.

Reprendre le résidu par 1 ml d'acide sulfurique concentré ayant soin de l'humecter complètement. Attendre 10 minutes, ajouter 15 ml d'eau permutée puis 10 ml de solution d'hydroxyde de sodium qui développe la couleur jaune. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415 nm. Construire la courbe d'étalonnage.

■ Mode opératoire

Introduire 10 ml d'eau dans une capsule de 60 ml (pour des teneurs en azote nitrique supérieures à 10 mg/l, opérer une dilution). Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium.

Poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Préparer de la même façon un témoin avec 10 ml d'eau permutée. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415 nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

3.10 Dosage des ammoniums :



En milieu alcalin et en présence de nitroprussiate qui agit comme un catalyseur, les ions ammoniums traités par une solution de chlore et de phénol donnent du bleu d'indophénol susceptible d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire[9].

■ Etablissement de la courbe d'étalonnage :

Dans une série de fioles jaugées de 100 ml, numérotées, préparer une série de dilutions.

Numéro des fioles	T	I	II	III	IV	V	VI
Solution fille étalon à 1 mg/l d'ammonium (ml)	0	1	2	5	10	15	20
Eau permutée (ml)	100	100	100	100	100	100	100
Correspondance en mg/l d'ammonium	0	0.01	0.02	0.05	0.10	0.15	0.20

Tableau 5 : Etablissement de la courbe d'étalonnage des ammoniums

Dans une série de fioles coniques de 100 ml numérotées, introduire 20 ml de chacune des dilutions ci-dessus, ajouter rapidement dans chaque tube :

1 ml de solution de nitroprussiate de sodium et de phénol.

1 ml de solution chlorée.

Agiter et placer les fioles à l'obscurité pendant 6 heures au moins. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 630 nm.

Construire la courbe d'étalonnage.

■ Mode opératoire :

Introduire dans une fiole conique de 100 ml, 20ml d'eau à analyser puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Préparer de la même façon un témoin avec 20 ml d'eau permutée. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 630 nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

■ Expression des résultats :

Pour une prise d'essai de 20 ml, la courbe donne directement la teneur en ions ammonium, exprimée en milligrammes par litre.



4. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES :

Une évaluation microbiologique est nécessaire afin de déterminer la charge induisant la formation des sous-produits, la consommation d'oxygène et des substances carbonées modifient la qualité de l'eau.

Le dénombrement bactérien consiste à rechercher des bactéries aérobies, c'est-à-dire se développant en présence d'oxygène. Cette analyse est surtout significative pour l'étude de la protection des nappes phréatiques [9].

Nous avons effectué pendant notre travail la recherche systématique des germes indicateurs de pollution qui sont :

- les coliformes (Totaux, fécaux).
- les streptocoques.
- La flore mésophile aérobie totale (FMAT)

4.1 Flore mésophile aérobie totale (FMAT) :

La flore mésophile aérobie totale a été déterminée par ensemencement de différentes dilutions de l'échantillon à analyser (de 10^{-4} à 10^{-6}) sur le milieu PCA (Plate Count Agar) et incubation à 30°C pendant 72 heures. La lecture a été effectuée par comptage du nombre de colonies par boîtes.

4.2 Coliformes totaux et fécaux :

Les coliformes totaux ont été déterminés par ensemencement de différentes dilutions de l'échantillon à analyser (de 10^{-4} à 10^{-6}) sur le milieu DL (Désoxycholatelactosé) et incubation à 37°C pendant 24 à 48 heures. La lecture a été effectuée par comptage du nombre de colonies par boîtes.

Les coliformes fécaux ont été déterminés par ensemencement de différentes dilutions de l'échantillon à analyser (de 10^{-4} à 10^{-6}) sur le milieu DL (Désoxycholatelactosé) et incubation à 44°C pendant 24 à 48 heures. La lecture a été effectuée par comptage du nombre de colonies par boîtes.

4.3 Streptocoques fécaux :

Les streptocoques fécaux ont été déterminés par ensemencement de différentes dilutions de l'échantillon à analyser (de 10^{-3} à 10^{-5}) sur le milieu Slanetz et Bartley et incubation à 37°C pendant 24 à 48 heures. La lecture a été effectuée par comptage du nombre de colonies par boîtes.



Dans ce chapitre, on a présenté une description de toutes les méthodes d'analyses effectuées pour la détermination des paramètres nécessaires pour le suivi et la caractérisation des rejets d'abattoir, ainsi que les méthodes de recherche des indicateurs de pollution à savoir les FMAT, les coliformes totaux, les coliformes fécaux et streptocoques fécaux.

Dans la partie suivante on va présenter les résultats obtenus avec leurs discussions.

Partie IV : Résultats et discussion

Au sein du laboratoire KOUTOUBIA, nous avons effectué des analyses physico-chimiques, chimiques et bactériologiques sur les rejets de l'abattoir de volaille afin de savoir si ses rejets sont conformes aux normes de rejets indirects.

Les résultats de cette étude sont exposés tout en discutant les paramètres mesurés in situ et ceux effectués au laboratoire.



Les résultats présentés correspondent aux moyennes des mesures enregistrées.

Au cours de ce chapitre, nous comparons les résultats que nous avons obtenus avec ceux exigés par l'organisme LYDEC en terme de rejets liquides indirects. La comparaison avec ceux obtenus par d'autres unités marocaines d'abattage de volailles n'a pas pu être effectuée.

1. ANALYSE D'ECHANTILLONS COMPOSITES :

L'échantillon composite : est un mélange de façon continue en proportions adéquates de 24 échantillons ou parties d'échantillons prélevés durant une journée d'activité normale et donc qui permet d'obtenir la valeur moyenne du paramètre désiré.

Durant notre étude nous avons procédé à différents prélèvements et analyses, et c'est après la maîtrise des différentes techniques que nous avons élaboré ce bilan.

Les valeurs obtenues pour les différents paramètres nécessaires à la caractérisation des rejets d'abattoir sont présentées dans le tableau 6.

Il est à noter que certains écarts types élevés que nous avons obtenus pour certaines mesures sont dus aux variations de la quantité de matière première (têtes de volailles) réceptionnée lors de chaque opération d'abattage. Le tonnage en volaille exactement traité lors de chaque série de prélèvement ne nous a pas été transmis.

Echantillons composites	la date de prélèvement							
	16/03	18/03	21/03	19/04	25/04	la moyenne	l'écart type	Valeur limite
Les paramètres								
DBO₅ (mg/l)	2800	2800	2800	2800	2400	2720	178,89	500
DCO(mg/l)	2090	2088	1996,8	1840	1740	1950,96	155,75	1200
MES(mg/l)	496	486	652	204	124	392,4	220,46	500
MG(mg/l)	400	410	1600	1600	1800	1162	695,86	0
T(°C)	20,4	20	20,5	21	21	20,58	0,43	30



Ph	4,6	5	4,02	4	5	4,5	0,5	6,5-8,5
NTK(mg/l)	264,32	144,48	190,4	276,92	246,96	224,616	55,69	150

Tableau 6 : Les valeurs des paramètres physico-chimiques enregistrées

- La température des eaux de l'abattoir est de 20,58 °C, elle est inférieure à 30 °C, considérée comme la valeur limite des rejets indirect.
- Le rôle du pH est capital pour la croissance des microorganismes qui ont généralement un pH optimum variant de 6,5 à 7,5. Lorsque le pH est inférieur à 5 ou supérieur à 8,5, la croissance des microorganismes est directement affectée. En outre, le pH est un élément important pour l'interprétation de la dépollution biologique.
- La valeur de pH mesuré dans les eaux usées de l'abattoir est de 4,52, ces eaux présentent généralement un pH acide qui doit être ajusté avant de procéder à un traitement biologique.
- La concentration en MES mesurée est de l'ordre de 392,4 mg/l, cette valeur ne dépasse pas la valeur limite du rejet indirect qui est de 500 mg/l. Cette faible concentration est due au processus de l'élimination du contenu gastrique qui subit un tamisage préalable avant l'évacuation à l'égout.
- Les eaux de l'abattoir présentent une valeur moyenne en DCO de 1950,96 mgO₂/l, cette valeur est supérieure à la valeur limite indirect de rejet qui est de 1200 mgO₂/l.
- La charge polluante des eaux usées, telle que mesurée par sa DCO, est un des plus importants critères utilisés dans la conception d'un traitement des eaux usées afin de déterminer le degré de traitement nécessaire.

■ Calcul de la charge polluante (CP)

Connaissant le débit des effluents de l'abattoir (en m³/j) et la DCO (en Kg/m³) on peut calculer la charge polluante (en kg/j) comme suit :

$$CP \text{ (kg/j)} = \text{Débit (m}^3\text{/j)} \times DCO \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

- La valeur élevée de la DBO₅ peut être expliquée par l'abondance de la matière organique, et par la concentration en sang des rejets drainés issus du procédé de l'abattage.
- Cette valeur n'est pas acceptable par le règlement marocain.

2. EVOLUTION DE LA CHARGE POLLUANTE AU COURS DE LA JOURNEE :

2.1 Evolution du pH et de la température :

Le pH et la température des eaux usées rejetées lors de l'opération d'abattage de la volaille ne présentent pas de différences significatives entre les prélèvements au cours de la journée et l'échantillon composite. En effet, les valeurs enregistrées étaient de $5,74 \pm 0,48$ pour le pH et de $(21,11 \pm 0,72)^\circ\text{C}$ pour la température et ceci pour tous les prélèvements effectués.

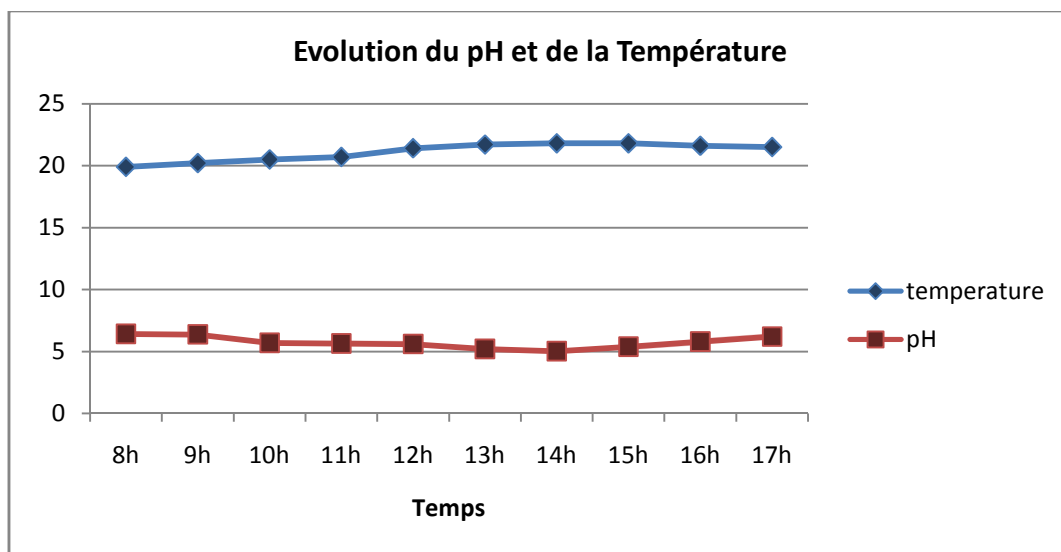


Figure 9 : Evolution du pH et de la température au cours de la journée

Les valeurs obtenues pour le pH et la température respectent les normes marocaines. La norme pour le pH se situe entre 6,5 et 8,5 et la température doit être inférieure à 30°C .

2.2 Evolution des matières en suspension (MES) :

La figure 10 représente l'évolution de la teneur des matières en suspension déterminée par centrifugation.

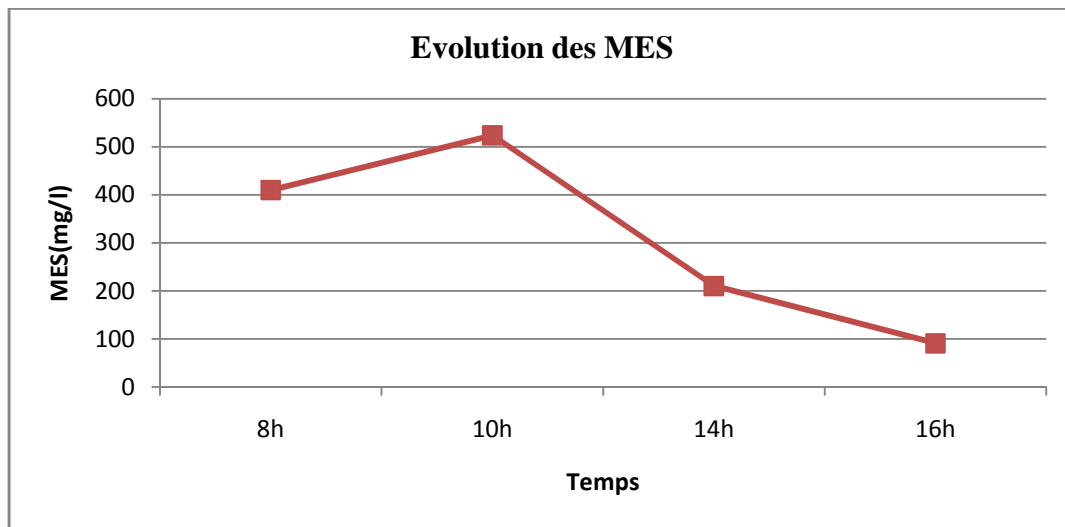


Figure 10 : Evolution de la teneur en MES au cours de la journée

On remarque que les MES augmentent au cours de l'opération d'abattage de la volaille pour atteindre un maximum correspondant à une concentration de $(523,50 \pm 194,42)$ mg/l pour le prélèvement de la fin de l'opération. Comparé à la norme marocaine en vigueur qui est de 500 mg/l, on remarque une légère supériorité.

2.3 Evolution de l'azote total Kjeldahl (NTK) :

L'azote total Kjeldahl contenu dans les eaux usées issues de l'opération d'abattage de volaille présente une évolution régressive au cours du temps (figure 11).

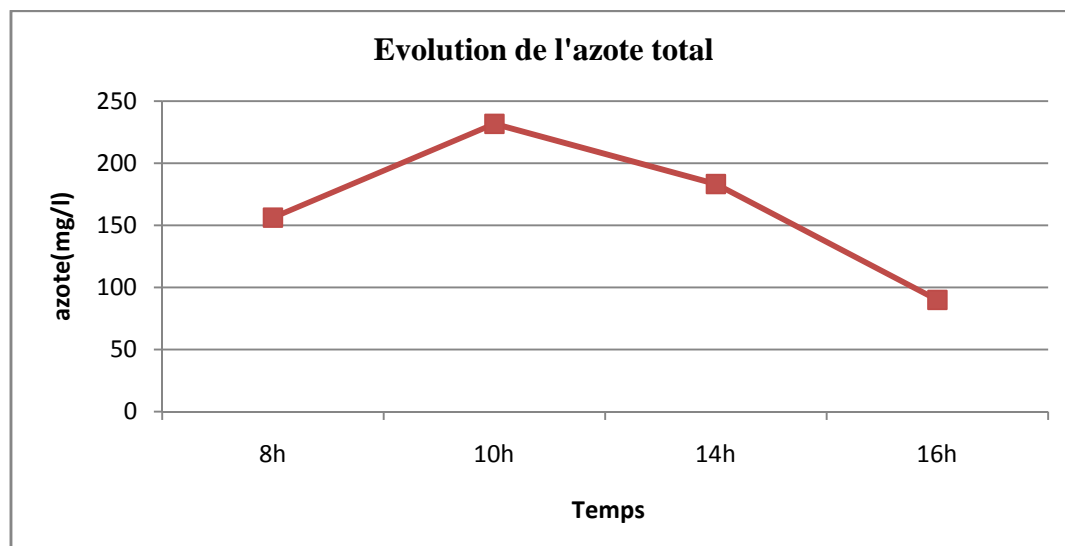




Figure 11 : Evolution de l'azote total Kjeldahl au cours de la journée

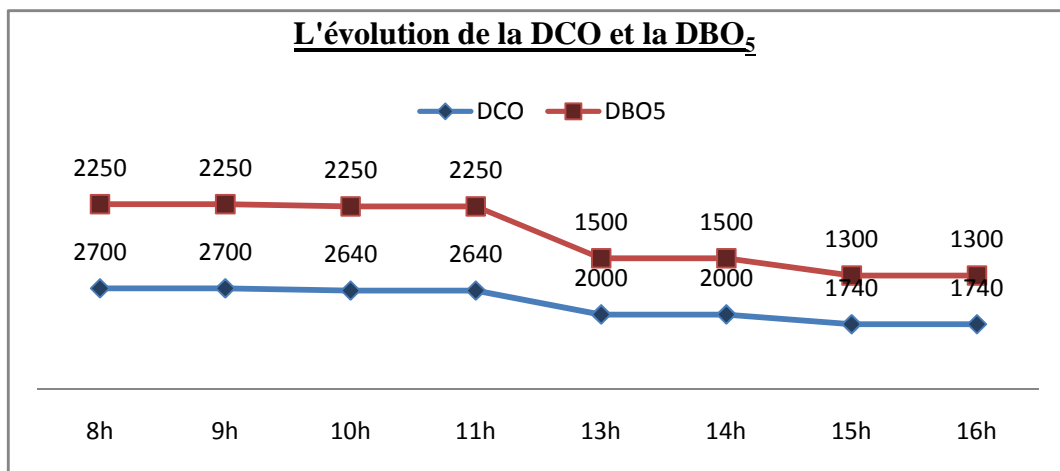
En effet, la teneur en azote passe de $(156,12 \pm 59,18)$ mg/l à $(89,78 \pm 59,18)$ mg/l entre le début et la fin de l'opération d'abattage.

On constate que la présence de l'azote en teneur élevée dans les eaux rejetées est liée à la présence de la volaille dans l'abattoir (prélèvement 08, 10 et 14 heures) étant donné que l'élimination des déchets organiques (sang, fientes, etc.) se fait au fur et à mesure du processus d'abattage.

Par rapport à la norme marocaine qui est de 150 mg/l pour l'azote total, la moyenne des valeurs obtenues est légèrement supérieure à ce seuil.

2.4 Evolution de la demande chimique en oxygène (DCO) et de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

L'évolution de la DCO et de la DBO₅ au cours de l'opération d'abattage de la volaille est représentée sur la figure 12:



Figure

12 :

Evolution de la DCO et de la DBO₅ au cours de la journée

On remarque que la DCO présente une augmentation importante pour l'étape milieu d'abattage, $(2700,00 \pm 439,35)$ mg d'O₂/l, pour chuter et atteindre une valeur de $(1740,00 \pm 439,35)$ mg d'O₂/l pour l'étape du nettoyage des locaux de l'abattoir. La DCO étant par définition la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques oxydables dans l'eau, il semble logique que l'évolution de la courbe de la DCO suit celle de l'azote total comme décrit précédemment.



En d'autres termes, plus il y a de matière organique dans une eau (azote, phosphore etc.) plus la demande en oxygène est grande.

On remarque que la valeur de la DBO₅ demeure élevée au cours de la journée avec une valeur de (2250,00 ± 460,59) mg d'O₂/l lors de l'opération d'abattage puis diminue progressivement pour atteindre un minimum de (1300,00 ± 460,59) mg d'O₂/l pour l'étape du lavage des locaux. Comparées à la norme donnée par la LYDEC qui est de 1200 mg/l et de 500 mg/l respectivement, les valeurs obtenues sont nettement supérieures à la valeur autorisée par le législateur.

2.5 Evolution de la flore microbiologique :

L'évolution quantitative du contenu microbiologique des eaux usées rejetées par l'opération d'abattage de la volaille est représentée sur la figure 13 :

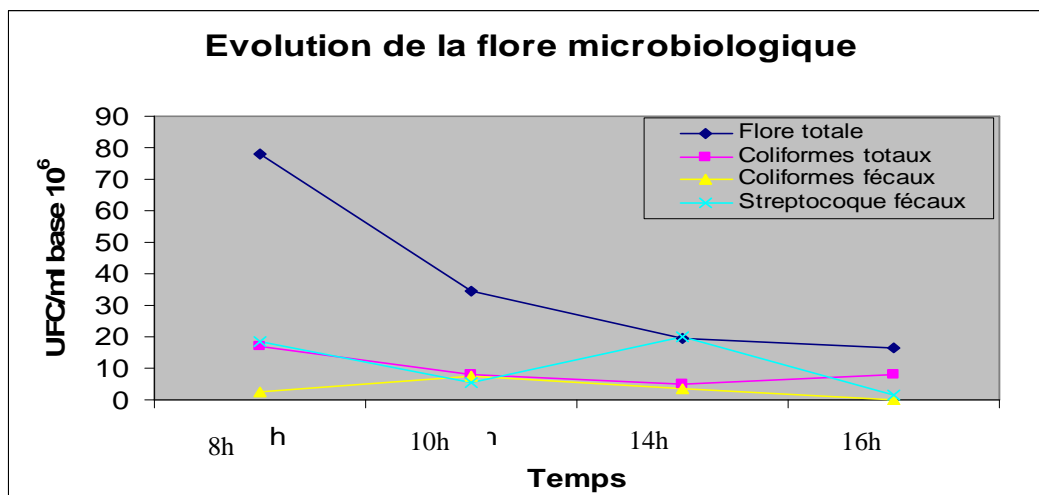


Figure 13 : Evolution de la flore microbienne au cours de l'opération d'abattage

Pour la flore totale, on remarque qu'elle chute entre le début et la fin de l'opération. Elle passe de $79,5 \cdot 10^6$ UFC/ml à $16,5 \cdot 10^6$ UFC/ml. Les coliformes totaux et les coliformes fécaux suivent une même évolution respective de $18,5 \cdot 10^6$ et $17 \cdot 10^6$ UFC/ml au début du processus à $1,6 \cdot 10^6$ et $8 \cdot 10^6$ UFC/ml pour la fin de l'opération. En ce qui concerne les streptocoques on note la présence d'un pic maximum de $17,7 \cdot 10^6$ UFC/ml pour l'étape du milieu d'abattage. Après cette étape, les streptocoques fécaux diminuent pour atteindre une valeur de $0,03 \cdot 10^6$ UFC/ml à la fin de l'opération.

3. EVALUATION DE LA POLLUTION ORGANIQUE :

Pour une meilleure appréciation de l'origine de la pollution des effluents étudiés, les rapports DCO/DBO₅, DBO₅/DCO, DBO₅/MES et DBO₅/NTK doivent être déterminés. Les valeurs obtenues ainsi que l'estimation de la Matière Oxydable (MO) présentent des renseignements très importants (figure 14):

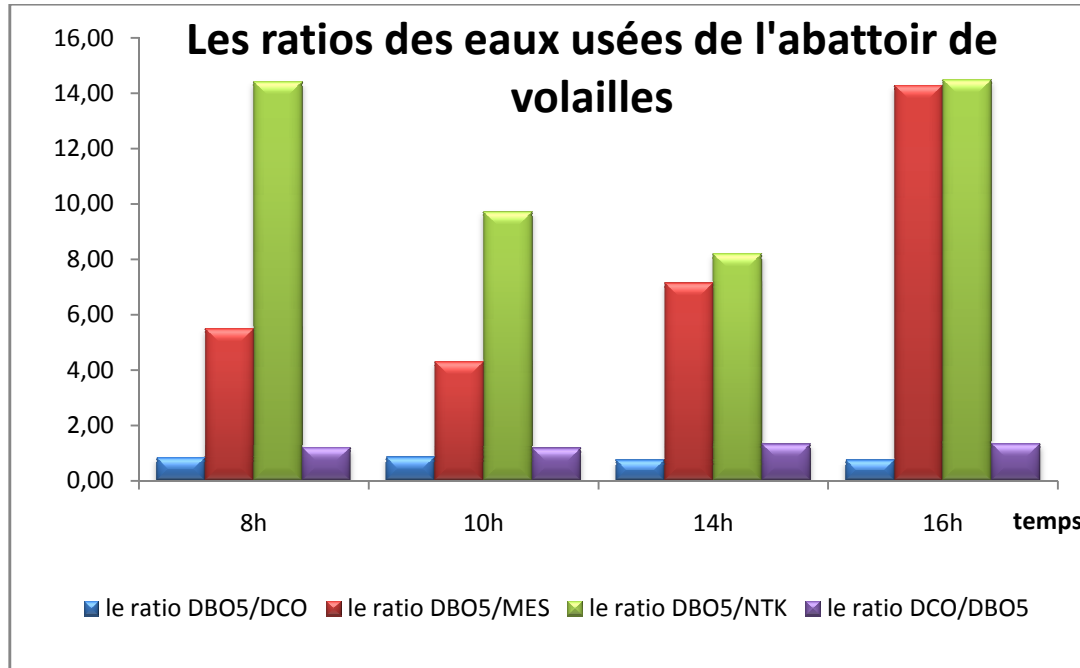


Figure 14 : Représentation graphique des ratios des eaux usées de l'abattoir de volailles

L'analyse de ces paramètres de caractérisation constitue un bon moyen pour évaluer le degré de pollution des effluents bruts d'abattoir et aussi pour optimiser les paramètres physico-chimiques de ces eaux usées afin de proposer un mode de traitement convenable.

■ Le ratio DBO₅/DCO :

- Pour caractériser une pollution industrielle, on considère souvent le rapport DBO₅/DCO qui donne des indications très intéressantes sur l'origine d'une pollution des eaux usées et ses méthodes de traitement.

En se basant sur la règle suivante :

DBO₅ / DCO : rapport indiquant la biodégradabilité d'un effluent.

- ✓ $DBO_5 / DCO > 0,6$: l'effluent est biodégradable.
- ✓ $0,6 > DBO_5 / DCO > 0,3$: l'effluent est partiellement biodégradable.



✓ $DBO_5 / DCO < 0,3$: l'effluent est difficilement biodégradable.

- Pour notre étude, ce rapport est relativement élevé, de l'ordre de 0.8, supérieur à 0,6. C'est le cas général pour les rejets chargés en matières organique. Cette charge organique rend ces eaux usées assez instables, c'est à dire qu'elles évoluent vite vers des formes "digérées" avec le risque de dégagement d'odeurs.

■ Le ratio DBO_5/NTK :

- La valeur du rapport DBO_5 sur l'azote total Kjeldahl (DBO_5/NTK) ou le rapport DBO_5 sur le phosphore total (DBO_5/Pt) devrait permettre de retrouver un ratio multiple de $DBO_5/N/P$ de valeur 100/5/1. Ce ratio exprime les besoins relatifs en nutriments nécessaires à une biodégradation équilibrée, et qui doivent être comblés lorsque l'un d'eux est déficitaire.

- La valeur moyenne des rapports DBO_5/NTK obtenue est de 11,7. Cette valeur implique un ajustement de la fraction d'azote dans les rejets avant de procéder à un traitement biologique pour optimiser l'élimination de la matière organique.

■ Le ratio DCO/DBO_5 :

- Les valeurs obtenues pour le ratio DCO/DBO_5 permettent de déduire si les eaux usées rejetées directement dans le milieu récepteur ont des caractéristiques des eaux usées domestiques et donnent par la même occasion une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables.

■ Le ratio DBO_5/MES et matières oxydables (MO) :

- Au niveau des eaux usées de l'abattoir, la valeur du rapport DBO_5/DCO est élevé (0,8), ce qui nous permet de déduire que ces eaux usées sont fortement chargées en matières organiques biodégradables. Ce résultat est confirmé par l'estimation de la Matière Oxydable, qui varie entre 1500 et 2400 mg/l avec un rapport moyen de DBO_5/MES de 7,8.



Par ailleurs, la valeur du rapport DCO/DBO₅ est faible (1,26), ce qui confirme que la charge en matières organiques dans les eaux usées de ce collecteur est facilement biodégradable.

Remarque :

En général, la DCO vaut 1,5 à 2 fois la DBO₅. Donc la DBO₅, la DCO et la matière oxydable sont liées. Cette liaison est exprimée par la relation empirique suivante:

$$MO = (2DBO_5 + DCO)/3 \text{ en Kg/l}$$

Au terme de l'évaluation du degré de la pollution organique, on peut constater que l'ensemble des paramètres étudiés (en particulier le pH, la DBO₅, la DCO, l'azote total et les MES) situe les eaux usées analysées dans la tranche des eaux à concentrations élevées.

Par ailleurs ces eaux usées sont 3 à 6 fois plus chargées en matières organiques que les rejets domestiques.

L'examen des valeurs du rapport DBO₅/DCO souligne bien le caractère biodégradable des eaux usées de l'abattoir auxquelles un traitement biologique paraît tout à fait convenable.

Pour cela, dans le chapitre suivant, on va mener une étude pour concrétiser ce résultat.

Partie V : La dépollution des effluents liquides

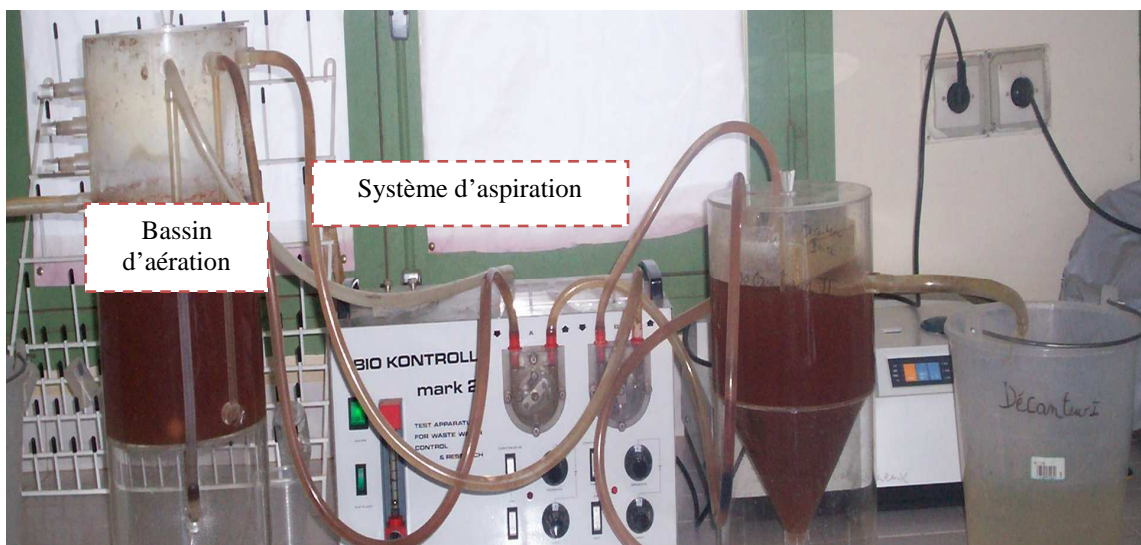
Compte tenu des éléments présents dans les eaux usées, la réutilisation d'une eau de mauvaise qualité peut présenter des risques pour la santé et poser des problèmes d'ordre technique pour la réutilisation dans les processus industriels comme le lavage par exemple.

D'un point de vue sanitaire, la quantité de contaminants qui parvient dans l'environnement se nomme la charge excrétée. Elle peut être considérablement réduite par un traitement adéquat. Ce dernier est donc impératif avant de rejeter l'eau dans le milieu naturel.

1. LA DEPOLLUTION PAR LES BOUES ACTIVEES :

Les caractéristiques physico-chimiques des effluents de l'abattoir jouent un rôle déterminant pour leur traitement. En effet s'ils représentent un effluent biodégradable, un traitement biologique peut être envisagé.

La dépollution des eaux usées étudiées a été testée sur une station pilote de boues activées à la faculté des sciences et techniques de SETTAT, en utilisant un échantillon composite d'eau prélevée durant 24 heures.



Décanteur

Eau
clarifiée

Photo 2 : La station pilote des boues activées

❖ **Station pilote de traitement par boues activées :**

Grâce à une pompe, l'eau est acheminée vers un bassin d'aération puis envoyée vers un décanteur, ensuite ces eaux usées sont recyclées dans le bassin d'aération où elles sont mises en contact avec une biomasse responsable de l'épuration. Ce circuit garantit la vivacité de la flore microbienne.

Dans le décanteur, la pollution dissoute est transformée en flocon de boues par assimilation bactérienne. Les flocs peuvent alors être séparés de l'eau traitée par décantation. La boue décantée est recyclée afin de permettre le réensemencement en bactéries du bassin d'aération.

Le système a été maintenu en continu pendant 48 heures. L'eau épurée a été récupérée et analysée.

Les résultats obtenus sont représentés sur le Tableau 7.





Photo 3 : La station pilote des boues activées après 48 heures

Les paramètres	Avant traitement par boues activées	Après traitement par boues activées
Le pH	6,31	7,25
Température(°C)	20,1	21,3
Conductivité(mS)	29,1	23,5
Oxygène dissous (mg/l)	0,44	0,12
Matière grasse (mg/l)	800	201
MES (mg/l)	387,22	178,92
DCO (mg/l)	1715	1211,67
DBO ₅ (mg/l)	2010	540
Nitrates (mg/l)	0,0611	0,0066
Nitrites (mg/l)	0,5762	0,0363
Ammoniums (mg/l)	130,2132	2,3455
Phosphore (mg/l)	8,569	0,3928
Sulfates (mg/l)	0.0364	0,0259

Tableau 7 : Analyses physico-chimiques des eaux épurées par boues activées

On remarque que toutes les valeurs des paramètres physico-chimiques ont baissées de façon très significative, les matières en suspension d'un taux de 53%, le phosphore de 95%, l'ammonium de 98% et le pH. Ces derniers ont été réduits à des valeurs inférieures à la norme des rejets liquides établit par la LYDEC. Pour la DBO₅, la DCO et les



matières grasses les valeurs enregistrées sont légèrement supérieures à la norme, malgré leur nette diminution par rapport aux valeurs initiales.

Une augmentation du temps de contact avec la biomasse responsable de l'épuration devrait être envisagée. De même, le recours à un cycle diphasique : aérobie – anaérobie permettra de faire diminuer de façon notable les valeurs des autres paramètres.

Remarque :

L'analyse de l'azote total n'a pas été faite suite à l'indisponibilité de l'appareil de Kjeldhal à la FST de SETATT, mais on peut avoir une idée sur la quantité d'azote total présente en mesurant la teneur en ammonium puisqu'il constitue la majeure partie de l'azote total.

2. LA DE POLLUTION SPONTANEE :

On a prévu pour cette étude de faire des essais de dépollution par le système jar-test, mais suite à l'indisponibilité d'agents coagulants-floculants, cette expérience de coagulation floculation n'a pas été réalisée et a été remplacée par une simple décantation.

Après 48 heures de stabilisation, on a pris un volume du surnageant pour l'analyser, les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Les paramètres	Avant traitement	Après traitement
LepH	6,31	6,9
Température (°C)	20,1	21,2
Conductivité (mS)	29,1	24,5
Oxygène dissous (mg/l)	0,44	0,08
Matière grasse (mg/l)	800	623
MES (mg/l)	387,22	192,32
DCO (mg/l)	1715	1540
DBO ₅ (mg/l)	2010	900
Nitrates (mg/l)	0,06112	0,0174
Nitrites (mg/l)	0,5762	0,0643
Ammonium (mg/l)	130,2132	80,7092
Phosphore (mg/l)	8,569	0,4749



Sulfate (mg/l)	0.0364	0,0336
----------------	--------	--------

Tableau 8 : Analyses physico-chimiques des eaux dépolluées par décantation

D'après ce tableau, on remarque qu'une simple décantation donne des résultats encourageants. En comparaison avec les résultats obtenus par le traitement biologique, les valeurs enregistrées restent certainement supérieures aux valeurs espérées mais qui méritent d'être appréciées puisque on n'a pas utilisé ni coagulants ni floculants. Mais malgré ceci, on a eu des diminutions importantes des valeurs de certains paramètres, les MES avec un taux de 50% et la DBO₅ avec un taux de 55%. Les taux les plus étonnants sont ceux enregistrés pour les différentes formes d'azotes.

3. LE COUPLAGE DES BOUES ACTIVEES A LA FILTRATION SUR SABLE :

Les paramètres	Avant couplage	Après traitement
Le pH	7,25	7,04
Température (°C)	21,3	21,4
Conductivité (mS)	23,5	20,8
Oxygène dissous (mg/l)	0,12	0,12
Matière grasse (mg/l)	201	193
MES (mg/l)	178,92	161,14
DCO (mg/l)	1211,67	180
DBO ₅ (mg/l)	540	290
Nitrates (mg/l)	0,0066	0,0053
Nitrites (mg/l)	0,0363	0,0193
Ammonium (mg/l)	2,3455	1,3761
Phosphore (mg/l)	0,3928	0,300
Sulfate (mg/l)	0,0259	0,0249

Tableau 9 : Analyses physico-chimiques des eaux épurées par boues activées couplées à la filtration sur sable



Le couplage de la filtration sur sable au traitement biologique procure plus d'avantages de point de vue abatement de la charge polluante initiale. Les paramètres qui demeurent élevés après le traitement biologique ont été réduits à des valeurs inférieures à la norme des rejets liquides établie par la LYDEC.

Remarque :

Concernant l'analyse statistique, tous les dosages et mesures ont été effectués en triple. Les moyennes et écart-types ont été alors calculés. Le test de Student a été appliqué pour évaluer les différences significatives obtenues entre les mesures.

4. ETUDE COMPARATIVE :

La nature et l'importance des pollutions présentes dans un effluent industriel conditionnent le type de traitement épuratoire à mettre en place pour atteindre les objectifs des rejets fixés par la réglementation :

- ✓ Maintenir la DCO, DBO₅ et les MES dans des valeurs acceptables.
- ✓ Eliminer les huiles et graisses.
- ✓ La Neutralisation du pH.
- ✓ Eliminer les résidus des détergents en cas de présence.
- ✓ Détruire les composés spécifiques éventuellement présents dans les eaux usées d'abattoir.

L'abattoir génère une eau usée qui convient au traitement biologique en terme de DBO₅, MES, DCO...etc, suite à son caractère biodégradable .Or les résultats obtenu avec une simple décantation sont encourageants. Donc sûrement avec un traitement physico-chimique il est possible d'atteindre des taux d'abattement de la charge polluante plus importants. En effet, il ne faut pas compter seulement sur les éléments mesurés lors de la caractérisation pour choisir le type de traitement à appliquer, il ya d'autres paramètres à prendre en considération qui peuvent favoriser l'emploi de tel ou tel traitement, à savoir le dimensionnement de la station, le coût, le temps nécessaire, le débit...etc.

Parfois on a recours à un traitement par une succession d'étapes et une combinaison des traitements physicochimiques et biologiques, si les effluents sont très chargés ou bien, si on veut aller à des niveaux d'épuration plus poussés. Mais en général, l'un des deux traitements cités précédemment apparaît suffisant si on le couple avec un traitement secondaire, l'exemple de la filtration sur sable, pour diminuer d'avantage la charge polluante jusqu'àatteindre des niveaux de pollution acceptables d'un point de vue réglementaire.

Conclusion et perspectives

Au terme de cette étude, on peut conclure que les eaux usées rejetées par les abattoirs de volailles présentent :



- une charge organique très élevée.
- une charge microbiologique importante.
- une variation des compositions physico-chimiques et microbiologiques en fonction de l'avancement du processus d'abattage.

L'analyse des eaux usées de l'abattoir KOUTOUBIA montrent des valeurs de paramètres physicochimiques majeurs de pollution qui dépassent relativement les valeurs limites des rejets directs dans le milieu récepteur, ce qui représente un risque de pollution environnementale pour ce dernier d'où la nécessité d'un traitement de ces eaux usées brutes.

Des essais expérimentaux pour la dépollution des eaux usées par l'utilisation d'une station pilote de traitement à boues activées ont donné des résultats très prometteurs et confirment l'intérêt de l'utilisation du traitement biologique comme outil de dépollution.

Cependant, des essais complémentaires par la technique coagulation-floculation sont nécessaires pour recourir à la technique la mieux adaptée à l'environnement de la société KOUTOUBIA.

Il est à noter aussi que les récentes tendances de la technologie des systèmes de dépollution consistent à combiner le traitement intensif au traitement extensif pour s'adapter aux mieux aux besoins et aux contraintes réglementaires et environnementales.