

Caractérisation des rejets liquides industriels : cas de l'abattoir et de la station d'épuration de Bamako au Mali

Assata B TRAORE¹, Balla DIAWARA¹, Maïmouna SISSOKO², Yacouba MAÏGA³, Boubacar Kola TOURE³

¹Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée, Katibougou, Mali

²Institut d'Économie Rural de Sotuba

³Faculté des Sciences et Techniques, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako. BP E 423, Mali. Tel : (0223) 20 70 77 71

*Auteur correspondant : E-mail : assatatraore2020@gmail.com (00223) 76 43 81 78

Résumé :

De la fin de l'année 2022 au début de 2023 soit une période de quatre mois une étude a été effectuée dans la zone industrielle de Bamako en vue de caractériser la composition physicochimique des rejets liquides industriels avant qu'ils se déversent dans le fleuve Niger. Deux sites étaient concernés par l'étude : l'abattoir frigorifique et la station d'épuration de l'ANGESEM. Des prélèvements d'eaux usées ont été effectués au niveau de trois points des deux sites : l'exutoire de l'abattoir, la rentrée et la sortie de la station d'épuration. Six prélèvements ont été effectués dans chaque point en raison de deux par mois soit six sur les trois points. Les paramètres physico-chimiques tels que le pH, la température, la conductivité, les nitrites, les nitrates, les phosphates ont été déterminés suivant le protocole standard du laboratoire de l'ANGESEM. Les résultats obtenus de ces analyses ont montré que les effluents venant de l'abattoir présentent des valeurs élevées de polluants physiques telles que la conductivité (3610 $\mu\text{S}/\text{cm}$), la turbidité (445 NTU). Les paramètres chimiques ont aussi présenté des taux importants : les phosphates (38 mg/L), le fer (10 mg/L), la DCO (1338,4 mg/L). En plus de ces données, ces eaux présentent aussi des concentrations en DBO5 (107 mg/L), fer (3,4 mg/L), phosphates (15,45mg/L) qui dépassent largement les normes de rejets recommandées.

Mots clés : rejets industrielles, Abattoir, Station d'épuration, Bamako.

ABSTRACT

From the end of 2022 to the beginning of 2023, a period of four months, a study was carried out in the industrial zone of Bamako with a view to characterizing the physicochemical composition of industrial liquid discharges before they flow into the Niger River. . Two sites were concerned by the study: the refrigerated slaughterhouse and the ANGESEM wastewater treatment plant. Wastewater samples were taken at three points at the two sites: the outlet of the slaughterhouse, the inlet and outlet of the treatment plant. Six samples were taken from each point at the rate of two per month, or six on the three points. Physico-chemical parameters such as pH, temperature, conductivity, nitrites, nitrates, phosphates were determined following the standard ANGESEM laboratory protocol. The results obtained from these analyzes showed that the effluents coming from the slaughterhouse present high values of physical pollutants such as conductivity (3610 $\mu\text{S}/\text{cm}$), turbidity (445 NTU).

The chemical parameters also presented significant levels: phosphates (38 mg/L), iron (10 mg/L, COD (1338.4 mg/L). In addition to these data, these waters also present concentrations in BOD5 (107 mg/L), iron (3.4 mg/L), phosphates (15.45 mg/L) which far exceed the recommended discharge standards.

Keywords: industrial discharges, Slaughterhouse, Wastewater treatment plant, Bamako.

I. Introduction

Les industries agro-alimentaires constituent des productrices importantes de déchets solides et liquides. Parmi ces industries, les abattoirs produisent des déchets encore plus particuliers car provenant d'êtres vivants animaux abattus. En effet, ils produisent des déchets liquides dont le sang, le contenu des panses et les eaux de lavage des carcasses d'animaux. L'accumulation de ces déchets sans traitement et sans évacuation, serait à l'origine de la pollution atmosphérique, de la pollution de la nappe d'eau souterraine et du fleuve Niger [1]. Du fait de leur emplacement dans les zones urbaines, ces industries génèrent incontestablement divers types de nuisances dans leur entourage. Par ailleurs, en l'absence de système de collecte de sang et de traitement préalable des eaux usées, le rejet direct de ces effluents, en particulier dans le milieu hydrique, nuit gravement à la qualité de l'environnement et à la santé de la population [2]. La première conséquence environnementale attribuable à l'abattoir est sa consommation d'eau : l'utilisation d'importantes quantités d'eau pour le lavage en fait de lui un « mauvais élève » dans le panorama industriel puisque toutes les opérations de production de viande impliquent l'utilisation d'eau potable [3]. Elles peuvent être responsables d'un déséquilibre écologique irréversible ainsi que de l'eutrophisation des eaux du milieu récepteur et favorisent le développement de nombreux microorganismes nocifs dans l'environnement hydrique susceptibles d'engendrer des infections humaines [4]. Les eaux de lavage (renferment quelques débris d'animaux) mélangées avec le sang provoquent le colmatage du collecteur d'eaux pluviales, entraînant ainsi des inondations dans la zone.

C'est dans ce cadre que la présente étude a été menée pour caractériser les paramètres physicochimiques des rejets liquides de ces unités industrielle et à proposer des approches de solution répondant aux normes de rejet des eaux usées, en vue d'atténuer les conséquences de la mauvaise gestion.

III. Matériel et Méthodes

3.1. Présentation Du Milieu d'étude

Abattoir Frigorifique de Bamako

Situé dans la zone industrielle, l'abattoir frigorifique de Bamako est le premier abattoir de notre pays (Mali). IL fut créé en 1965 pour solutionner les problèmes sanitaires de la viande pour la population du district de Bamako. En plus de l'abattage, les ateliers comprennent la triperie, la boyauderie et la vidange des matières stercoraires, qui rejettent à elles seules plus de 50 % de polluants [11].

ANGESEM

L'ANGESEM (Agence Nationale de Gestion des Stations d'Épurations du Mali) a été créée par l'ordonnance N°2020-007/PT-RM du 18 Novembre 2020. L'ANGESEM est un établissement public à caractère administratif (EPA), doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Elle est placée sous la tutelle du Ministère de l'Environnement, de l'Assainissement et du Développement Durable (MEADD). Sa mission est d'assurer la gestion durable des stations d'épuration des eaux usées et ouvrages d'assainissement suivant les normes établies en la matière au Mali.

La Collecte des échantillons

La collecte des échantillons a eu lieu du 24 octobre 2022 au 24 janvier 2023 soit une période de trois mois entre huit heures et dix heures. Trois points de prélèvement ont été retenus : l'exutoire de rejet de l'abattoir, l'entrée de la station et la sortie de la station. Six prélèvements ont été effectués dans chaque point en raison de deux par mois ce qui fait un total de 18 échantillons pour les trois points.

A l'aide d'une pissette ménagère les échantillons d'eaux ont été prélevés puis placés dans des flacons de 1 litre de volume préalablement lavés au savon et à l'eau distillée. Ces échantillons ont été placés dans une glacière pour les transporter au laboratoire de l'ANGESEM (Agence Nationale de Gestion des Stations d'Épurations du Mali). Là les paramètres physico-chimiques ont été déterminés en suivant les protocoles standards du laboratoire.

Analyse des paramètres physicochimiques des rejets

❖ La conductivité

Ce paramètre a été déterminé à l'aide d'un multi-paramètre. Les sondes ont été rincées avec de l'eau distillée, plongés dans un bécher de 1000 mL contenant l'échantillon. Après stabilisation, la valeur est affichée sur l'écran.

❖ La turbidité

La turbidité est un indice de la présence de particules en suspension dans l'eau. Elle est déterminée à l'aide d'un turbidimètre. Après avoir allumé l'appareil, 10mL de l'échantillon à analyser a été placé dans une cuve puit dans le turbidimètre. En appuyant sur le bouton « TEST/CAL », une valeur numérique s'affiche automatiquement sur l'écran indiquant la valeur de la turbidité de l'échantillon.

❖ La DBO₅

La DBO₅ a été déterminée par la méthode respiratoire à l'aide d'un DBO-mètre, selon la technique : 432 mL du prélèvement ont été pris à l'aide d'une éprouvette graduée de 500 mL puis placés dans une bouteille contenant un barreau aimanté. Deux à trois pastilles d'hydroxyde de potassium ou de sodium ont été placés dans le bouchon creux, tout en évitant qu'il ne se déverse pas dans le flacon et le flacon a été fermé correctement pour éviter les échanges avec l'extérieur, l'ensemble a été ensuite placé dans l'armoire thermorégulatrice à 20±1°C. Après quelques minutes pour l'équilibration de la température et enfin les oxitop ont été mis à zéro en appuyant en même temps sur les touches S et M de la tête puis l'armoire a été refermée. La lecture se fera au bout de 5 jours (DBO₅). En effet, en appuyant continuellement sur la touche S les résultats vont s'afficher par jour.

❖ Le fer

IL a été mesuré à l'aide d'un Spectrophotomètre. La solution a été préparée en prélevant le volume de 10 ml comme indiqué sur le sachet de réactif le blanc a été mis dans la cuve en quartz dans l'appareil en première position, l'échantillon préparé a été versé dans une autre cuve en quartz, et ont été introduit dans le spectrophotomètre. Après avoir fermé, l'appareil affiche la valeur de la concentration du paramètre analysé en mg/L.

Traitement des données

Les valeurs de concentration des différents paramètres PC trouvées après les analyses ont été saisies dans un tableur Excel version 2016. Elles ont été par la suite comparées par points de prélèvement.

IV. Résultats et discussions

4.1. Résultats

Les résultats obtenus à l'issue des analyses des échantillons ont été interprétés paramètres par paramètres en fonction de la norme de rejet en vigueur au Mali.

❖ La conductivité

La moyenne des résultats des prélèvements à l'entrée (3342 $\mu\text{s}/\text{cm}$) est moins élevée par rapport à la sortie (3610 $\mu\text{s}/\text{cm}$) supérieure à la norme (2500 $\mu\text{s}/\text{cm}$). Cela peut confirmer la dureté de l'eau.

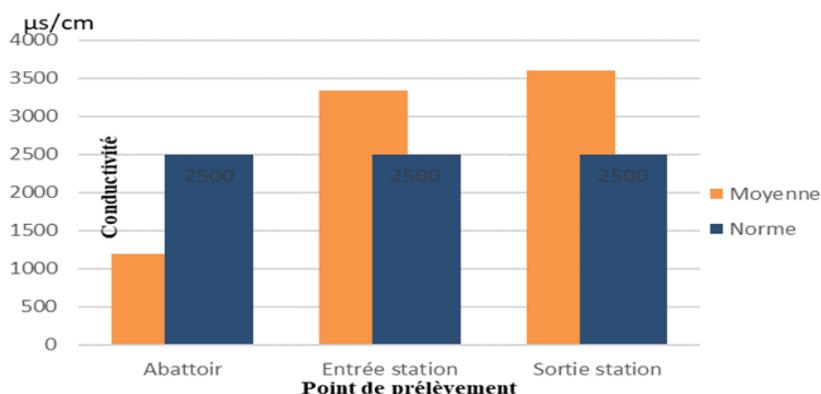


Figure 1 : Variation de la conductivité moyenne au niveau de l'abattoir et de la station par rapport à la norme

❖ **La turbidité**

La moyenne des résultats des prélèvements de la turbidité à l'entrée (669,2 NTU) et à la sortie (454,6 NTU) de la station supérieure à la norme ≤ 150 NTU.

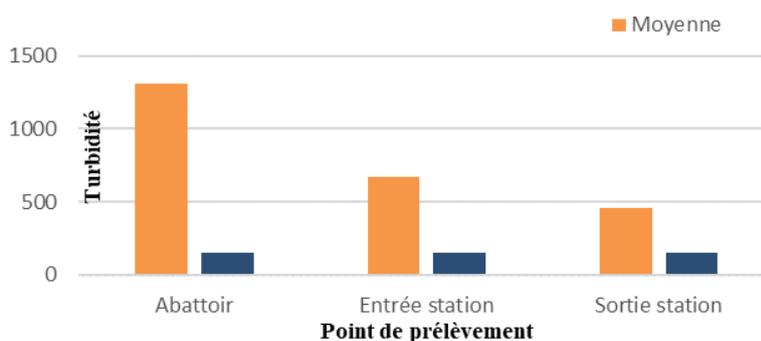


Figure 2 : Variation de la turbidité moyenne au niveau de l'abattoir et de la station par rapport à la norme

❖ **La DBO₅**

La figure 3 indique l'évolution de ces valeurs par rapport à la norme (≤ 500 mg/L) avec une moyenne de 238,4 mg/L à l'entrée et 107 mg/L à la sortie de la station.

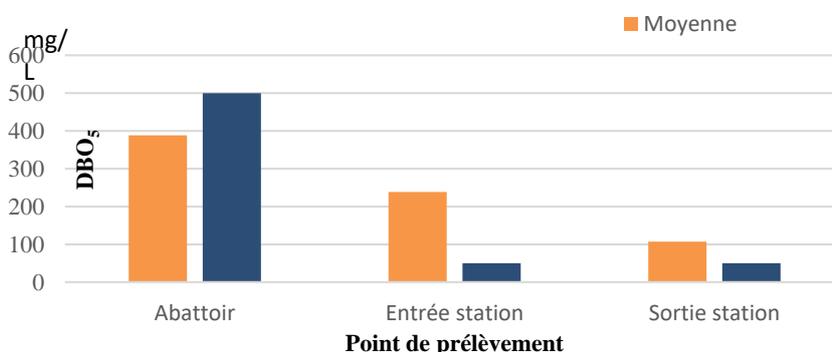


Figure 3 : Variation de la concentration moyenne de la DBO₅ au niveau de l'abattoir et de la station par rapport à la norme

❖ **Le fer**

La moyenne des résultats obtenus montre une différence caractérisée par l'augmentation de la concentration entre l'entrée (1,516 mg/L) et la sortie (3,4 mg/L) de la station, la norme de rejet (≤ 2 mg)

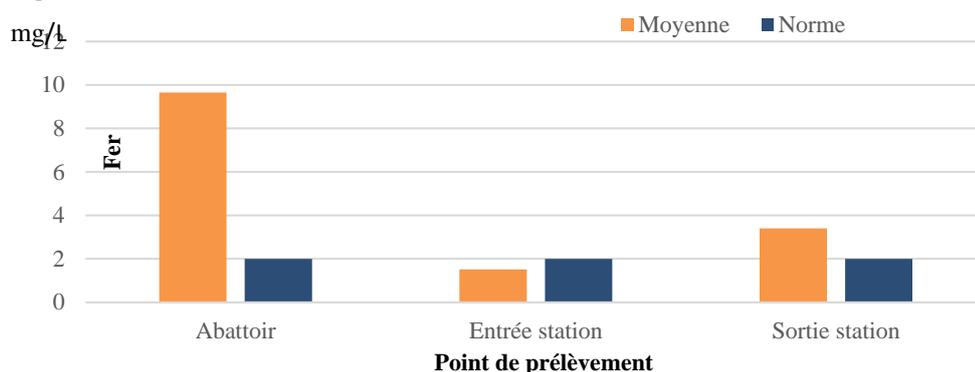


Figure 4 : Variation de la concentration moyenne du fer au niveau de l'abattoir et de la station par rapport à la norme

4.2. Discussions

Selon la norme européenne, la limite de la conductivité est fixée à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour les eaux moyennement polluées. Les valeurs moyennes des effluents liquides des stations (entrée et sortie) sont supérieures à celles-ci et sont proches de 2700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ considérée comme valeur limite de rejet direct dans le milieu récepteur au Maroc selon Belghyti en 2009 [4].

Les valeurs moyennes de la DBO_5 de cette étude sont fortement élevées et témoignent d'une forte contamination par les matières oxydables et particulièrement la matière organique.

En définitive, les concentrations des différents paramètres indicateurs de la pollution organique de l'effluent de l'abattoir confirment la classification des abattoirs parmi les principales industries responsables de la pollution organique (Anonyme, 1994 ; Ayo, 2012) [20].

Les résultats d'analyses effectuées sur les effluents d'abattoir, nous remarquons une faible concentration en nitrate avec une valeur moyenne de 0,23 mg/L inférieure à la norme qui est de 30 mg/L. Ces résultats sont inférieurs à ceux obtenus par Belghyti. (2009) [4], au niveau des eaux usées d'abattoirs au Maroc. Les normes fixées sont pour les nitrates de 15 mg/L. Les résultats des concentrations en nitrates sont donc conformes. Ces valeurs n'atteignent pas les normes fixées par le Niger et par d'autres pays de l'Afrique de l'ouest comme le Burkina Faso (JO N°01 DU 07 JANVIER 2016). Les valeurs moyennes des phosphates enregistrées au niveau de l'abattoir (38 mg/L) dépassent la norme (> 10 mg/L) montreraient l'effet de la conséquence de l'effluent des rejets de l'abattoir dans les eaux du cours d'eau. Ce constat a été aussi fait par AYO en 2012 [20] et par MBOG (2013) [21]. Toutefois les résultats de l'analyse de quelques paramètres physico-chimiques de l'effluent de l'abattoir montrent des valeurs extrêmement supérieures aux normes de rejet des eaux usées au Bénin. Ce qui pourrait témoigner d'une absence totale de traitement de l'effluent de l'abattoir de Cotonou. En effet, ceci justifie l'opinion des populations riveraines selon laquelle les rejets de l'abattoir de la zone industrielle rendent notre milieu invivable et endommagent notre santé en nous empêchant de respirer de l'air pur de façon générale, l'effluent des rejets de l'abattoir riche en matières organiques seraient donc une importante source de pollution organique du fleuve niger. La majorité des paramètres physico-chimiques ont des concentrations très élevées au niveau de l'abattoir par rapport aux stations (entrée, sortie) confirment les résultats de zebaze (2006) [15], de kengene (2008) [16] et

de mbog (2013) [21] selon lesquels l'effluent des rejets de l'abattoir ont un impact négatif sur la qualité physico-chimiques des eaux du cours d'eau.

V. Conclusion

Ce travail de recherche a été réalisé à l'Agence Nationale de Gestion des Stations d'Épuration du Mali (ANGESEM) entre les mois d'octobre, novembre et décembre 2022.

L'étude nous a permis de bien cerner les conséquences des rejets d'effluents liquides de l'abattoir de la zone industrielle sur la qualité physico-chimique de l'eau du fleuve Niger. Pour atteindre cet objectif, différents échantillons d'eaux ont été réalisés à la sortie de l'abattoir, à l'entrée de la station et à la sortie station.

Les résultats obtenus au niveau de l'entrée station ont montré d'une valeur à l'autre (0,152 mg/L à 3342 $\mu\text{S}/\text{cm}$) que les eaux rejetées dans le réseau d'égouts par l'abattoir sont peu ou non chimiquement traitées au regard des résultats obtenus dans cette présente étude. Des résultats similaires ont été obtenus à la sortie station mais avec des différences de concentrations (0,04 mg/L à 3610 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Les concentrations mesurées peuvent s'expliquer par un temps de séjour insuffisant des eaux dans les différents bassins (anaérobie et aérobie) pour que les processus d'oxydation des matières organiques, floculation, décantation et sédimentation puissent se dérouler complètement.

Enfin, ces polluants (physiques, chimiques et organiques) sources de pollution pour le milieu récepteur, déversés directement dans le fleuve sans traitement ont pour conséquence la diminution de récoltes de bivalves et de poissons des zones proches du collecteur des effluents et l'interdiction de la baignade.

Vu les effets néfastes de ces effluents sur l'environnement (toxicité, eutrophisation, contamination du milieu récepteur, propagation des maladies d'origine hydriques), ils devraient être traités avant leur rejet. Les conséquences liées à ces rejets de l'abattoir sont évidentes sur la santé des populations. Elles pourraient être source de nombreuses infections bactériennes (contamination du milieu récepteur).

VI. Références bibliographiques

- [1] USAID, "Guide de formation et d'assainissement des abattoirs et en découpe de viande au Burkina Fasso, Ouagadougou ; p27," 2009.
- [2] Mravili A., "Etude sur les abattoirs d'animaux de boucherie en Afrique centrale, FAO ;p70," 2013.
- [3] Gaël Peiffer., "Impact environnemental des effluents d'abattoirs : actualités techniques et réglementaires. Thèse, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, France; p61," 2003.
- [4] B. Driss., "Caractérisation Physico-chimique des eaux usées d'abattoir en vue de la mise en oeuvre d'un traitement adéquat : cas de Kénira au Maroc AFRIQUE SCIENCE 05; p199-271," 2009.
- [5] Mahumè F. and MONTONHESSA E., Impacts sur l'environnement du rejet des eaux usées de l'abattoir de Cotonou ; Ecole Polytechnique D'ABOMEY CALAVI (EPAC), 2017.
- [6] TIAOUKO Bibata A., "Diagnostic de la gestion des effluents des industries agroalimentaires de la ville de Niamey : cas de la Braniger et de l'abattoir agroalimentaires de la ville de Niamey : cas de la Braniger et de l'abattoir ,2iE," 2016.
- [7] Chennaoui M. and Assobhei O., "Biostabilisation des eaux usées d'abattoir de la ville d'El Jadida," Maroc, 2002.
- [8] Commission Européenne., "Abattoirs et Équarrissage," 2015.

- [9] Loukiadis E., "“Facteurs de Virulence et Dissémination Dans L’environnement via Les Effluents D’abattoirs D’animaux de Boucherie d’Escherichia Coli Entérohémorragiques (EHEC).”puratoire de traitement électrochimique sur l’effluent d’Abattoir de viande rouge.”," 2007.
- [10] Khennoussi A., Ameziane N., Chahlaoui A., Chaouch M, "Effet bactéricide et épuration de traitement électrochimique sur l’effluent d’abattoir de viande rouge," 2013.
- [11] Zébazé Togouet S H., Njiné T., Kemka N., Foto Menbohan S., Niyitegeka D., Ngassam P., Boutin C.,, "Composition et distribution spatio-temporelle des protozoaires ciliés dans un petit lac hypereutrophe du Cameroun (Afrique Centrale). Revue Science Eau, 19 : 151-162. 2006".
- [12] Labioui H., Elmoualdi L., Benabblou Y., Elyachioui M. and Ouhssiné M., "Traitement et valorisation de déchets en provenance d’abattoir au Maroc. Agrosolutions Vol.18/N°1. 40 p.," 2007.
- [13] Gannoun H., Bouallagui H., Okbi A., Sayadi S., Hamdi M, "Mesophilic and thermophilic anaerobic digestion of biologically pretreated abattoir wastewaters in an upflow anaerobic filter, Journal of Hazardous Materials . PP 263–271.," 2009.
- [14] Coulibaly M Ahmed., "La gestion des boues générées par la station d’épuration de Sotuba ; Institut des Sciences Appliquées (ISA_USTTB) Bamako.," 2016.
- [15]T. S. H. ZEBAZE, "Biodiversité et dynamique des populations zooplanctoniques (ciliés, rotifères, cladocères, copépodes) du Lac Municipal de Yaoundé (Cameroun).," Cameroun, 2000.
- [16] N. I. M. KENGENE, "Potentials of sludge drying beds vegetated with *Cyperus papyrus* L. and *Echinochloa pyramidalis* (Lam.) Hitchc & Chase for faecal sludge treatment in tropical region.," 2008.
- [17] D. H, " Impacts des effluents de l’abattoir SODEPA-Yaoundé sur la qualité des eaux de la rivière Ako’o.," 2007.
- [18] A. REOUNODJI, "Evaluation de la gestion des eaux usées de l’abattoir d’Etoudi : Impacts environnementaux et sociaux.," Yaoundé, Cameroun, 2016.
- [19] B. Y. H. S. B. R. G. J. H. S. MICKAEL Saizonou, "Impacts des déchets de l’Abattoir de Cotonou dans la dégradation de la qualité des eaux de la nappe phréatique.," Cotonou, 2010.
- [20] A. AYO, "Evaluation des performances épuratoires de la station rénovée d’épuration des eaux usées du Camp-SIC Messa (Yaoundé).," Yaoundé, 2012.
- [21] M. S. MBOG, "Evaluation de la gestion des déchets liquides hospitaliers : cas des eaux usées du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Yaoundé.," Cameroun, 2013.
- [22] Maïga M., Diagnostic Environnemental pour l’amélioration de la gestion des rejets industriels au Burkina Faso : Cas de la zone urbaine de kossodo ; Institut International d’ingénierie, 2013.