



RESEARCH ARTICLE

GESTION DES DECHETS LIQUIDES : CAS DES UNITES INDUSTRIELLES DE BAMAKO

Ousmane Coulivally¹, Abdoukadi Oumarou Toure², Djiguiba Domo³, Boucar Kola Toure¹, Sidi M. Zabero⁴, Ousmane Doucoure¹, Yacouba Maiga¹ and Mohamed S. Maiga¹

1. Université des Sciences Techniques et Technologiques de Bamako (USTTB), Faculté des Sciences et des Techniques (FST).
2. Laboratoire National de l'Eau du Mali (LNE).
3. Faculté D'Histoire et de Géographie (FHG).
4. Université Ahmed BABA du Mali (UPAB).

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 28 October 2024

Final Accepted: 30 November 2024

Published: December 2024

Mots clés:

Déchets Liquides, Eaux Usées, Unités Industrielles, Bamako

RESUME

L'accroissement de la population accompagné par l'augmentation des besoins de consommations ont engendré une production importante des eaux usées domestiques et industrielles surtout dans les villes africaines en général et au Mali en particulier au Mali. Les rejets se font très souvent dans les écosystèmes naturels sans traitement préalable entraînant des effets néfastes sur le cadre de vie et de la santé de la population. C'est dans ce cadre que cette étude a été conduite afin d'évaluer la problématique de la gestion des déchets liquides dans les unités industrielles de Bamako et déterminer leur charge polluante. Elle a été effectuée auprès de vingt-deux (22) unités industrielles de Bamako en faisant un choix aléatoire raisonné. L'étude a été effectuée en faisant, d'une part, des enquêtes pour l'identification des problèmes de gestion des eaux usées et excréta et, d'autre part, des analyses au laboratoire sur les paramètres de pollution pour déterminer la charge polluante des industries. A l'issue de l'étude, il résulte que 50% des industries rencontrent des problèmes d'évacuation des eaux usées. La plupart d'entre elles, soit 65% des industries de Bamako ne disposent pas d'ouvrages de prétraitement adéquats des eaux usées. Si elles disposent, ce sont simplement des fosses à puisard pour retenir les eaux usées sans prétraitement. Les industries, les collectivités et les structures techniques sont toutes conscientes que la mauvaise gestion des eaux usées a des impacts négatifs sur la santé. La détermination de la charge polluante a permis de classer les industries en trois catégories qui sont les industries à charge polluante élevée, moyenne et modérée.

Copyright, IJAR, 2024,. All rights reserved.

Introduction

La plupart des activités humaines qui utilisent de l'eau produisent des eaux usées. Étant donné que la demande en eau dans son ensemble augmente la quantité d'eaux usées produites et leur charge polluante globale, sont en augmentation constante dans le monde entier (1). D'après les estimations, bien plus de 80 % des eaux usées à travers le monde (plus de 95 % dans certains pays en développement) sont rejetées dans l'environnement sans traitement (2). La pollution de l'eau s'aggrave dans la plupart des fleuves d'Afrique, d'Asie et d'Amérique Latine. En 2012,

Corresponding Author:-Ousmane Coulivally

Address:-Université des Sciences Techniques et Technologiques de Bamako (USTTB), Faculté des Sciences et des Techniques (FST).

plus de 800 000 décès à travers le monde étaient causés par une eau potable contaminée, des installations de lavage de mains inadéquates et des services d'assainissement inappropriés (3). Dans les mers et les océans, les zones mortes désoxygénées causées par la décharge des eaux usées non traitées augmentent à un rythme soutenu, affectant environ 245 000 km² d'écosystèmes marins (1). L'industrie représente une part importante de l'économie mondiale malgré l'amélioration continue de ces procédés, elle reste confrontée aux difficultés de gestion des effluents solides et liquides. Certains de ses produits sont rejetés dans les milieux naturels sans subir des traitements adéquats. En particulier, de nombreux composés organiques ou minéraux contenus dans les eaux usées industrielles sont toxiques pour l'environnement. D'énormes quantités d'eau sont utilisées dans les industries, dans de nombreuses opérations telles que: le nettoyage de matières premières, le transport hydraulique, les blanchissements, le nettoyage des équipements et des emballages, la pasteurisation, le refroidissement ou la chauffe etc... Dans un contexte de gestion rationnelle de ressources en eau et face au problème de pollution industrielle, la nécessité de gestion des eaux usées s'impose à tous. (4). De nos jours, les eaux usées industrielles doivent être traitées avant leurs rejets dans le milieu récepteur (rivière, fleuve, mer etc...) ; où elles réintègrent le cycle de l'eau ; à ce stade ces eaux doivent répondre à des normes de rejet fixées par la réglementation en vigueur. La mauvaise gestion des eaux usées industrielles a des conséquences néfastes sur l'environnement (4). Dans les pays en voie de développement, particulièrement en Afrique, seuls 153 millions de personnes sur une population urbaine de 239 millions (soit 64%) ont accès à un système d'approvisionnement en eau potable, contre 55% qui bénéficient d'un système d'assainissement (OMS, 2000) sans compter le monde rural où les problèmes d'assainissement se posent avec acuité (4). Au Mali, cette situation s'empire à cause du manque des structures appropriées d'assainissement des eaux usées (5). En 2010 au Mali, on dénombrait 517 unités industrielles en activité et plus de 66 % des unités industrielles sont situées à Bamako (DNI, 2010), (MIIC, 2010), (DNI, 2010). Elles déversent leurs eaux usées dans le Fleuve Niger à travers la station d'épuration de la zone industrielle dont la gestion est confiée à l'Agence Nationale de Gestion des Stations d'Épuration du Mali (ANGESEM). Elle reçoit 31 effluents d'unités industrielles diverses (tanneries, lait, pile, abattoir, agro-alimentaires, peintures, plastiques et autres fabriques (6). Très peu d'unités industrielles font recours au service de la station d'épuration de la zone industrielle dont la gestion est confiée à l'Agence Nationale de Gestion des Stations d'Épuration du Mali (ANGESEM), elles déversent leurs eaux usées dans le Fleuve Niger le plus souvent sans prétraitement. Les déversements anarchiques des boues dans la nature posent un risque important pour la santé publique et ont une incidence de maladie élevée chez les enfants de moins de cinq ans (7). La pollution de l'environnement peut être causée par les émanations d'odeurs de fosses septiques, des latrines ou de toilettes publiques qui ne sont pas vidangées régulièrement. Le Mali avec un secteur industriel grandissant et l'urbanisation croissante soulèvent de nombreux défis dont celui de la préservation de l'environnement et des ressources en eau. La problématique de la gestion des eaux usées et excréta demeurent une préoccupation importante à cause de la charge polluante des industries à Bamako ce qui justifie la présente étude.

Matériel et Méthodes:

Matériel:

Equipements et outils de collecte de données

Les matériels suivant ont été utilisés:

- ✓ Les outils de collecte d'information tels que le questionnaire et guide d'entretien pour identifier les problèmes de gestion des eaux usées et excréta et déterminer la charge polluante des unités industrielles.
- ✓ le logiciel ArcGis pour la réalisation de la carte.
- ✓ Le logiciel Excel pour le traitement des données et les représentations graphiques

Zone d'étude

Le quartier ciblé est la zone industrielle dans la commune II qui abrite une multitude d'industries susceptibles de rejeter leurs effluents dans le fleuve (figure 1).

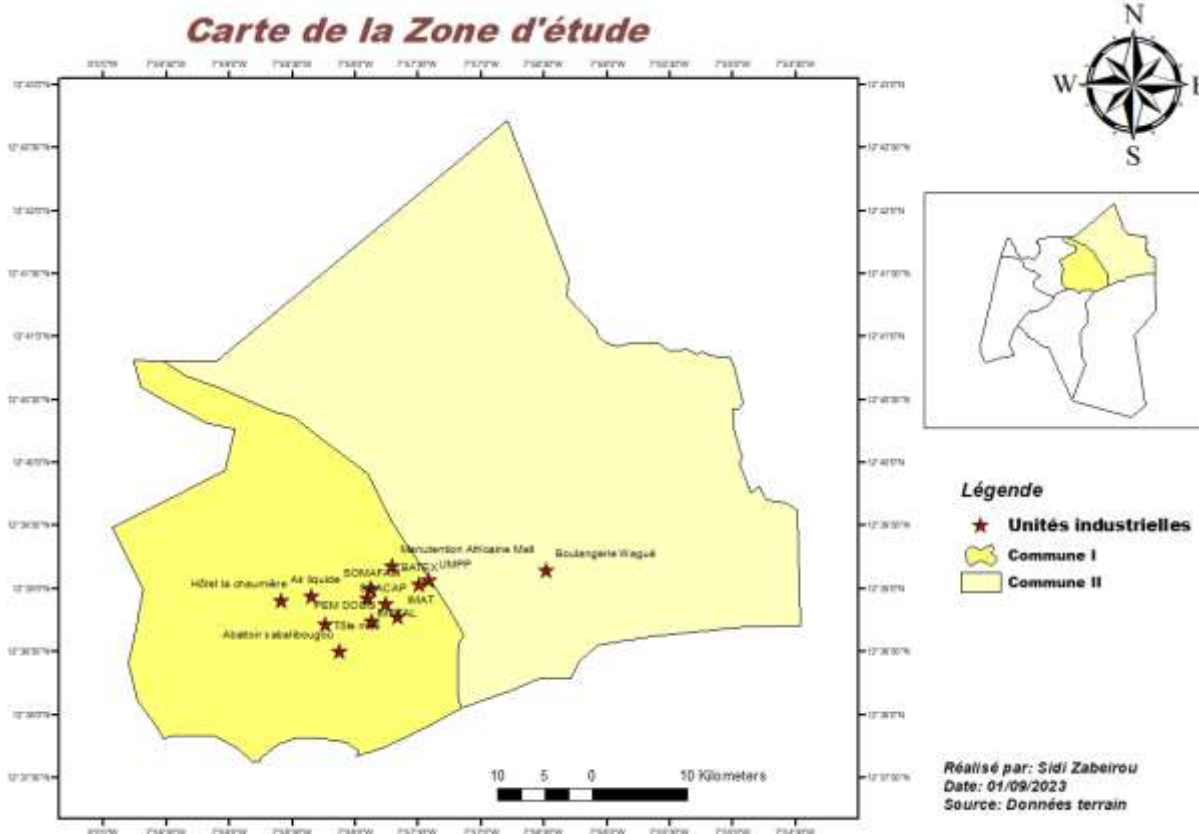


Figure 1:- Carte de la zone du site d'étude.

Méthodes:

L'étude a été réalisée en faisant une enquête terrain auprès des différentes unités industrielles concernées par l'étude à l'aide d'un questionnaire et d'un guide d'entretien pour l'identification des problèmes de gestions des eaux usées et excréta et détermination de la charge polluante. Pour les besoins de l'enquête, l'échantillonnage a concerné vingt-deux (22) entreprises industrielles recensées à Bamako en faisant un choix aléatoire raisonné tenant compte des industries raccordées ou non à la station de l'ANGESEM.

L'estimation de la charge polluante a été faite en fonction du degré de pollution émise par l'industrie selon les résultats des analyses disponibles auprès de l'ANGESEM en utilisant la formule suivante selon (9) et (10) :

Charge polluante = $Q_{\text{rejet}} \times C_i$ Equation (1)

Q_{rejet} : le débit d'eaux usées rejetées en (m³/j)

C_i : concentration de l'un des paramètres DCO, DBO₅, MES en (mg/l)

Le débit des rejets est déterminé alors par la relation:

$Q_{\text{rejet}} \text{ (m}^3/\text{j)} = C_{\text{eau}} \times (1-X)$ Equation (2)

X = étant le pourcentage d'eau consommée dans le processus.

C_{eau} = correspond à la consommation d'eau en m³/j.

Ci-dessous un tableau établi par la Lydec représentant le pourcentage (X) d'eau consommée dans le procès en fonction de l'activité industrielle:

Tableau 1:- Valeurs indicative de consommation d'eau dans les industries.

Activité industrielle	% d'eau consommée dans le processus
Biscuiterie industrielle	40
Production des charcuteries	10
Pâtisserie, boulangerie et restauration	20

Industrie Pharmaceutique	17
Production des tabacs	10
Conservation des aliments	40
Galvanisation	20
Tissage, Teinture et Finissage	10
Tannerie	20

Traitement des données

Les données obtenues ont été traitées avec soin à l'aide du logiciel Excel pour permettre les représentations graphiques des données.

Résultats et Discussions:

Résultats:-

Problèmes rencontrés par les unités industrielles par rapport à la gestion des eaux usées et excréta

La moitié des unités industrielles rencontre des problèmes d'évacuation des eaux usées (50% des cas (figure 2). Et d'autres pensent qu'elles n'ont pas de problème d'évacuation des eaux usées. La proportion importante des unités qui rencontrent des problèmes d'évacuation des eaux usées est accentuée pendant l'hivernage où les eaux de pluies s'ajoutent aux eaux usées résiduelles et contribuent au remplissage rapide des fosses de gestion des eaux usées. Elles sont aussi confrontées au bouchage des canalisations d'évacuation des eaux usées du fait du drainage des déchets solides dans les canalisations. Les unités industrielles qui n'ont pas de problèmes sont surtout celles qui disposent de simples fosses de conditionnement des eaux usées.

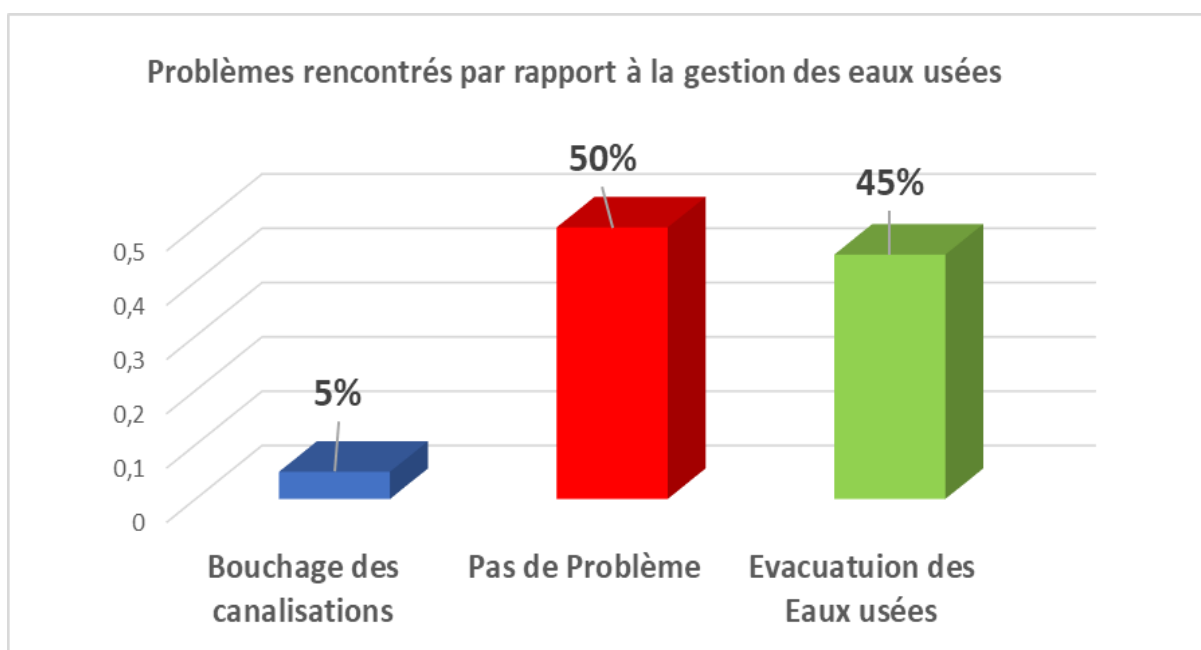


Figure 2:- Modalités de gestion des eaux usées et excréta.

Possession d'unité de prétraitement des eaux usées et excréta au sein de l'entreprise

La figure 3 présente les différentes formes de réponse obtenues à la question de savoir si les industries ont en leur sein une unité de prétraitement des eaux usées. Il ressort de cette analyse que seulement 35% des industries disposent d'unité de prétraitement des eaux usées contre 65% qui n'en disposent pas.

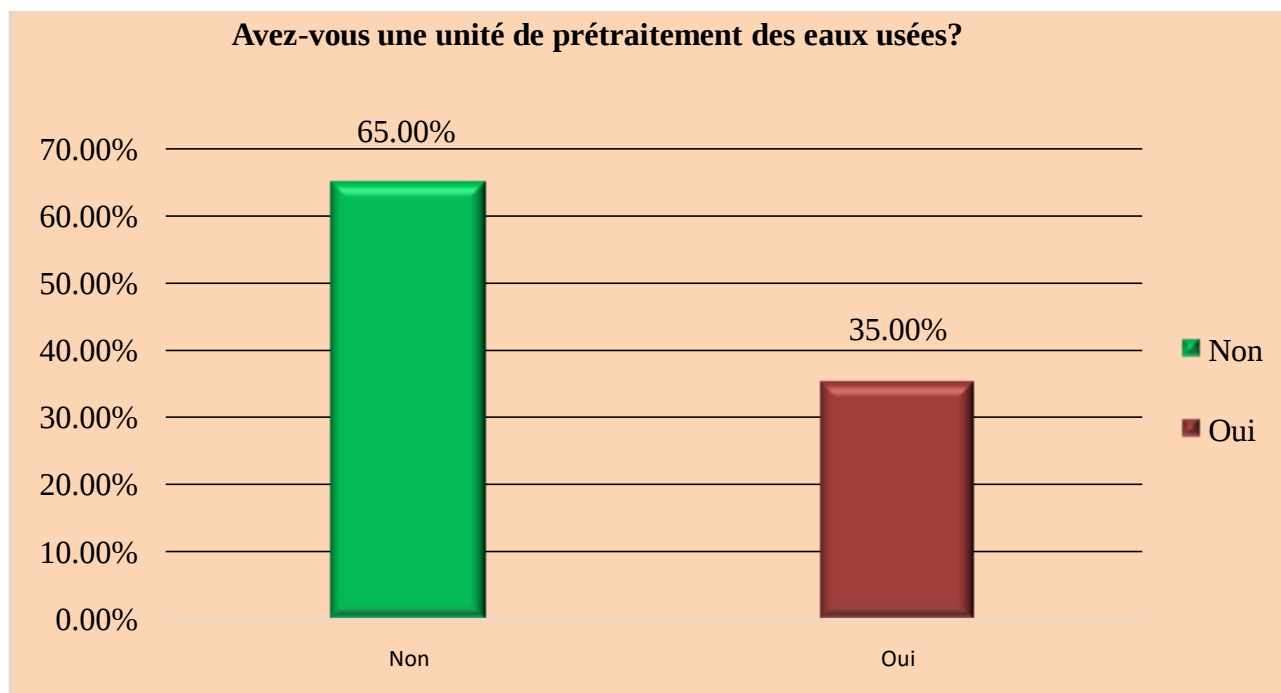


Figure 3:- Disponibilité d'unité de prétraitement des EU.

Connaissance des principales composantes des eaux usées et excréta des entreprises

Le tableau 2 montre le pourcentage des industries qui connaissent ou non les différentes composantes des eaux usées qu'elles produisent. Dans l'ensemble 30% des industries connaissent la composante de leurs eaux usées. Ces composantes sont entre autres la DBO5, la DCO, la MES, le Chrome, le Soufre.... Ces industries sont généralement celles qui collaborent avec l'ANGESEM. La majorité (70%) ignore les composantes des eaux usées qu'elles produisent. Ces entreprises ne font aucune analyse de leurs eaux usées et ignorent même les dangers liés à la production des eaux usées.

Tableau 1: Connaissance des principales composantes des eaux usées.

Connaissance des principales composantes des eaux usées	Pourcentage
Non	70%
Oui	30%

Connaissance de problèmes de santé liés aux composantes des eaux usées et excréta

La connaissance de problème de santé figure 4, montre que parmi les structures enquêtées la totalité des cas pensent que la mauvaise gestion des EUE peut entraîner des problèmes de santé entre autres le paludisme, diarrhée, typhoïde, infections respiratoires aiguës, mal formation congénitale, dermatoses etc....

Détermination de la charge polluante des unités industrielles

Les données de la charge polluante (tableau 5) varie de -0,0175 mg/L pour Air Liquide Mali à 7,086 mg/L pour 7,086. Les autres industries ont les valeurs intermédiaires. Selon les valeurs indicatives de pollution, les industries sont classées en trois catégories :

- ✓ Les industries à pollutions élevées : Elles sont constituées par les industries chimiques, para- chimiques, de textiles, métallurgiques et de tanneries (Industrie Malienne de Tannerie (IMAT), EUROLAIT, Manutention africaine Mali, Abattoir frigorifique, Nima industrie).
- ✓ Les industries à pollution moyenne : Elles comprennent les industries hôtelières, établissements commerciaux, pressing, lavage, garage, stations hydrocarbures, vidanges de boues (GCM, Plastiques Elastomère du

Mali, P.E.M, Société Africaine de Peinture Colorants, SAPEC – SA, TOLMALI – SA, Usine Malienne de Produits Pharmaceutiques (UMPP)).

- ✓ Les industries à pollution modérée : Elles comprennent les industries de transformation agroalimentaires. Ces industries comme la production de boissons, de transformation des fruits et légumes, de boulangeries (Air Liquide Mali, Société Africaine de Chaussures et Articles en Plastique, SOACAP, Brasserie Gazela, Hôpital du Mali, Hôtel Salam, Grand Hôtel, Hôpital du Point G, Parc National, Aéroport du Mali, Hôpital Dermatologie).



Figure 4:- Connaissance des problèmes de santé liées aux composantes des eaux usées et excréta.

Tableau 2: Charge polluante des industries.

N°	Nom Entreprise	C eau m3/j	DCO mg/L	CPDCO mg/L admissible	CPDCO mg/L	Différence de charge
E 01	Air Liquide Mali	1	125	0,13	0,1125	-0,0175
E 02	GCM	1	1275	0,13	1,02	0,89
E 03	Industrie Malienne de Tannerie – IMAT	1	9020	0,13	7,216	7,086
E 04	Plastiques Elastomère du Mali - P.E.M	1	150	0,13	0,135	0,005
E 05	Société Africaine de Chaussures et Articles en Plastique - SOACAP	1	135	0,13	0,1215	-0,0085
E 06	Société Africaine de Peinture Colorants - SAPEC – SA	1	960	0,13	0,864	0,734
E 07	EUROLAIT	1	3580	0,13	3,222	3,092
E 08	Société des Détergeant du Mali - (SODEMA- SARL)	1	280	0,13	0,252	0,122
E 09	TOLMALI – SA	1	2060	0,13	1,854	1,724
E 10	Usine Malienne de Produits Pharmaceutiques	1	615	0,13	0,5535	0,4235

	– UMPP					
E 11	Manutention africaine Mali	1	4705	0,13	4,2345	4,1045
E 12	Abattoir frigorifique	1	4350	0,13	3,915	3,785
E 13	Brasserie Gazela	1	113	0,13	0,1017	-0,0283
E 14	Hôpital du Mali	1	61	0,13	0,0549	-0,0751
E 15	Hôtel Salam	1	32	0,13	0,0288	-0,1012
E 16	Grand Hôtel	1	89	0,13	0,0801	-0,0499
E 17	Hôpital du Point G	1	28	0,13	0,0252	-0,1048
E 18	Parc National	1	21	0,13	0,0189	-0,1111
E 19	Koumalim	1	60	0,13	0,054	-0,076
E 20	Nima industrie	1	7480	0,13	6,732	6,602
E 21	Aéroport du Mali	1	24	0,13	0,0216	-0,1084
E 22	Hôpital Dermatologie	1	51	0,13	0,0459	-0,0841

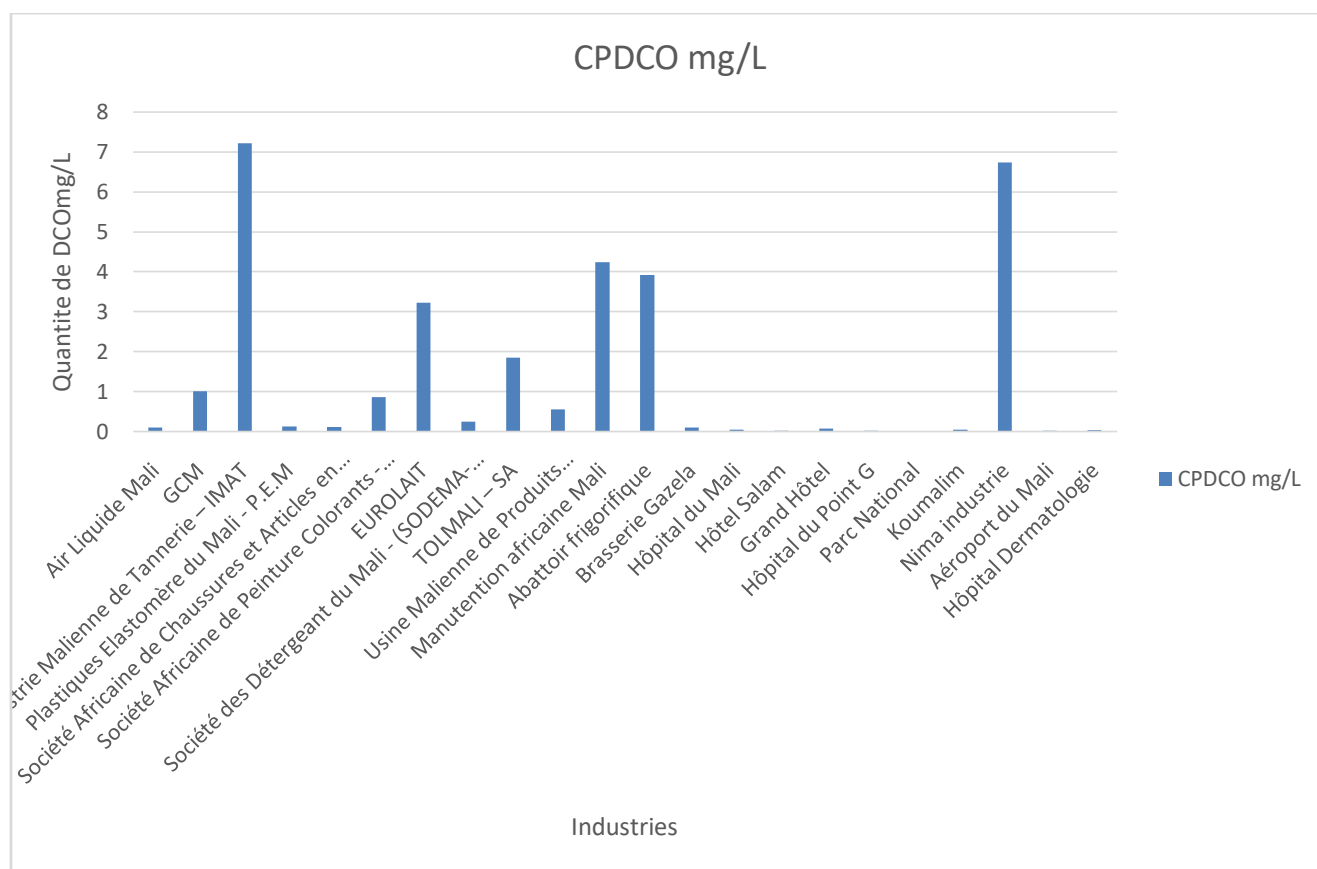


Figure n° 5:- Histogramme distribution quantité DCOmg/L/industrie.

Discussion:

La majorité des unités industrielles à Bamako rencontre des problèmes d'évacuation des eaux usées. La proportion importante des unités qui rencontrent des problèmes d'évacuation des eaux usées est accentuée pendant l'hivernage où les eaux de pluies s'ajoutent aux eaux usées et contribuent au remplissage rapide des fosses de gestion des eaux usées. Ce résultat est similaire à celui de l'étude réalisée par (8) qui trouve que la plupart des collecteurs de Bamako sont les dépotoirs d'ordures ménagères ou les reçoivent par suite drainage pendant l'hivernage. Les principaux indicateurs de pollution déterminés sont ceux qui permettent d'apprécier le mieux la qualité des eaux, à savoir leur

action potentielle sur le milieu aquatique récepteur et l'environnement, notamment la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO5), les matières en suspension (MES). Ces paramètres dépassent les normes de rejet malien au niveau de beaucoup d'unités industrielles à Bamako comme le cas de l'Industrie Malienne de Tannerie (IMAT) qui a comme activité de tannage des cuirs avec la DCO de 9020mg/l. Cela a été trouvé par d'autres recherches effectuées par (11) qui trouve que les eaux usées de la STEP de Sotuba contiennent de DCO supérieur à la norme de rejet (1820mg/l). Tolofoudie (2010) (12) trouve également que les UI produisent des EU dont la DCO est 40 fois supérieure à la norme. D'après le tableau 5, la valeur de la charge polluante en DCO (9020 mg O₂/l) dépasse largement les valeurs recommandées par les normes maliennes qui est de 150(mg O₂/l) au maximum. Ces valeurs de la DCO trouvées, sont nettement supérieures à celles obtenues à l'issue d'une étude de diagnostic et calcul de la charge polluante de la zone industrielle « OUKACHA-AIN SEBAA », réalisée en Algérie par Labbardi & Arjdal (2015) (10). Ce résultat se rapproche à celui trouvé par Traoré Mamadou et al (2023) (13) dans l'article impacts des rejets des effluents industriels sur la qualité des eaux du fleuve Niger à Bamako, concorde avec les constats de Lassana (2017) (4) sur l'évaluation de la gestion des eaux usées des unités industrielles de Sotuba par la station d'épuration de Sotuba, une analyse qui conclut à une demande chimique d'oxygène (DCO) dépassant 11 fois la norme. Seules les valeurs de la DCO des eaux usées des unités telles que Plastiques Elastomère du Mali (P.E.M), Société Africaine de Chaussures et Articles en Plastique (SOACAP), Air Liquide Mali (ALM) avec respectivement 150 mg/l, 135 mg/l et 125mg/l sont conformes aux normes maliennes de rejet.

Conclusion:

Les rejets industriels dépassent le plus souvent les normes de rejets et sont préjudiciables à l'environnement en fonction de la quantité de polluants rejetés. L'évaluation de cette pollution a mis en évidence les industries à pollution élevée, moyenne et modérée. L'étude montre aussi que les industries les plus polluantes sont l'Industrie Malienne de Tannerie et Nima industrie dont les effluents sont extrêmement chargés dépassant la norme de rejet pour la DCO. En fonction de l'impact de la pollution, la nécessité de révision de la redevance est acceptée par la majorité des structures et industries enquêtées. Pour l'atténuation des risques de maladies liées à la mauvaise GEUE, les acteurs pensent qu'il faut envisager une bonne organisation de la filière des GEUE de la production, du transport, du traitement jusqu'au déversement en construisant des ouvrages adaptés, améliorer les moyens de transport, et disposer de dispositifs de traitement adéquats.

Bibliographie:

1. **WWDR.** Les Eaux Usées une Ressource Inexploitée 204p. 2017.
2. **WWAP, 2012, ONU-Eau 2015a.** Rapport Mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2012: Gérer l'eau dans les conditions d'incertitude et de risque: cité par (WWDR, 2017). 2012.
3. **OMS.** Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, excréta et des eaux ménagères: cité par: (WWDR, 2017). 2014.
4. **DIOP, LASSANA.** Evaluation de la Gestion des Eaux Usées des Unités Industrielles de Sotuba par la Station d'Epuratonde Sotuba. 2017.
5. **KERN I., IDLER C.** Treatment of domestic and agricultural wastewater by reed bed systems. Ecological Engineering. 1999. pp. 12, 13-25.
6. **Tolofoudié, Adama, et al.** Problématique de traitement des eaux usées, de consommation et eaux usées du Mali. Les cahiers de l'Ecole STM vol 2 (Sciences et Technologies membranaires), 2005.
7. **INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE.** Enquete Démographique et de Santé. Mali : s.n., 2018.
8. **C.A.E.B.** Etude Diagnostique sur les Goulots d'Etranglement des Grands Collecteurs et Acheminement des Dechets des Dépôts de Transit au Dépôt Final à Bamako. Bamako : s.n., 2018. p. 104p.
9. **F.MEINCK, H.STOOFF, H.KOHLSCHUTTER.** Les eaux résiduaires industrielles, 2ème Edition.
10. **LABBARDI, F. A. J.:** Diagnostic et calcul de la charge polluante de la zone industrielle « oukacha-ain sebaa », mémoire de fin d'étude, faculté des sciences et techniques Marrakech, 2015, 62p
11. **DOMO, D.** Impacts du Filtre Planté dans le Système de Traitement des Eaux Usées Industrielles de la Station d'Epuratonde Sotuba . Bamako : s.n., 2023.
12. **TOLOFOUDIE, A.** Rapport d'Etude: l'Impact des Activités Industrielles sur la Qualité de l'Eau du Fleuve Niger à Bamako. Bamako : s.n., 2010.
13. **MAMADOU M TRAORE, ABDOULKADRI OUMAROU TOURE, HANNI KONE, OUMOU LY.** Impacts des Rejets des Effluents Industriels sur la Qualité des Eaux du Fleuve Niger à Bamako. CNRST, Vol. 03 No 27 (Janvier-Juin 2022) - Revue Malienne de Science et de Technologie –ISSN 1987-1031, PP 17-39, 2023.