

CARACTÉRISATION DES EFFLUENTS INDUSTRIELS ET EFFETS DE LEUR UTILISATION AGRICOLE SUR LA SANTÉ DES POPULATIONS : CAS DE LA COMMUNE DE BOBO-DIOULASSO

Armel SOUMBOUGMA^{1,2}, **Abel KADEBA**^{2,4*},
Nestor Fiacre COMPAORE^{2,3} et **Joseph Issaka BOUSSIM**⁴

¹ *Agence de l'Eau du Mouhoun, BP 119 Dédougou, Burkina Faso*

² *Université de Dédougou, Institut des Sciences de l'Environnement et du Développement Rural, BP 176 Dédougou, Burkina Faso*

³ *Bureau d'Etudes et de Recherche Appliquée en Sciences de l'Eau et de l'Environnement, 01 BP 952 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso*

⁴ *Université Joseph Ki-Zerbo, Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso*

(reçu le 18 Octobre 2020 ; accepté le 30 Novembre 2020)

* Correspondance, e-mail : kadebab@yahoo.fr

RÉSUMÉ

L'environnement naturel est de plus en plus menacé par le rejet des effluents industriels qui affectent la qualité des eaux et la santé des populations humaines. L'objectif de cette étude est de caractériser les systèmes de traitement des effluents industriels ainsi que l'impact de leur usage agricole sur la santé des populations. Des entretiens semi-directifs, basés sur un guide d'entretien, et couplés à des visites de stations ont été effectués. Des prélèvements d'eaux usées ont été faits pour des analyses physico-chimiques et bactériologiques. Les résultats montrent que 04 unités industrielles sont raccordées au réseau d'assainissement collectif de Bobo-Dioulasso dont Deux (Brakina et SN-Citec) disposent de systèmes de traitement. Comparativement aux effluents rejetés par la STEP qui sont biodégradables, les effluents industriels sont difficilement biodégradables et se caractérisent par une forte pollution organique. Les taux d'abattement des paramètres de pollution organique que sont MES, DBO5 et DCO par la STEP sont respectivement de 0,24 %, 53,07 % et 77,72 % et montrent que les effluents traités et rejetés dans le marigot Houet doivent subir des traitements complémentaires avant leur usage agricole. Cette étude donne un aperçu sur la qualité des systèmes de traitement des effluents industriels de la ville de Bobo-Dioulasso. Elle contribuera à leur amélioration pour l'assainissement de notre environnement.

Mots-clés : *effluents, usage, santé, population, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.*

ABSTRACT**Characterization of industrial effluents and the effects of their agricultural use on the population's health : A case study from Bobo-Dioulasso town**

The natural environment is increasingly threatened by the discharge of industrial effluents which affect both water quality and human population's health. The objective of this study is to characterize industrial effluent treatment systems as well as their impact on both agricultural use and populations health. The methodology was based on semi-directive surveys using surveys sheet coupled with station visits. Water samples were taken for physico-chemical and bacteriological analysis. The results show that 04 industrial units are connected to the collective sanitation network of Bobo-Dioulasso. Two units (Brakina and SN-Citec) have effluent treatment systems. Compared to the effluents rejected by the WWTP which are biodegradable, industrial effluents are hardly biodegradable and are characterized by strong organic pollution. The reduction rates of the organic pollution parameters namely MES, DBO5 et DCO by the WWTP are respectively 0.24 %, 53.07 % and 77.72 % and show that the effluents treated and discharged into the Houet marigot must undergo additional treatments before their agricultural use. This study provides an overview of the quality of industrial effluent treatment systems in Bobo-Dioulasso. It will therefore contribute to their improvement for a cleaning our environment.

Keywords : *effluents, use, health, population, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.*

I - INTRODUCTION

La ressource eau constitue un partenaire de l'homme. Elle est utilisée pour satisfaire de nombreux besoins que sont la consommation, l'hygiène, la boisson, la cuisson des aliments, la production agricole, la transformation des produits, l'hygiène corporelle, l'assainissement du cadre de vie, la production d'électricité et l'usage récréatif [1]. La demande en eau augmente dans le monde entier du fait de la croissance démographique, de l'accroissement des besoins pour l'agriculture et l'industrie, du changement des habitudes de consommation, de l'expansion des réseaux d'approvisionnement en eau et des changements climatiques [2, 3]. Ce qui conduit évidemment à l'utilisation excessive des eaux conventionnelles et non conventionnelles. Les eaux non conventionnelles sont pour la majorité rejetées par les industries et reprises par les populations locales qui ignorent leurs caractéristiques [4]. La forte urbanisation des pays en voie de développement stimule le développement des activités humaines, et provoque un rejet d'importantes quantités de déchets de

toutes natures dont la gestion et la valorisation constituent un problème majeur pour les autorités politiques et même pour tous les citoyens [5, 6]. Les rejets d'importantes quantités de déchets compromettent la préservation des ressources en eau et constituent de ce fait, une préoccupation environnementale. C'est ainsi que lors du sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992, il avait été abordé dans le chapitre 18 de l'Agenda 21, la question de la protection des ressources en eau douce et de leur qualité par des approches intégrées de mise en valeur, de gestion et d'utilisation. Le Burkina Faso n'est pas resté en marge de ces évolutions au niveau mondial pour assurer une protection durable des ressources en eau à travers l'internalisation des effets induits par l'urbanisation et les activités industrielles. Cela s'est traduit par la mise en œuvre de mesures réglementaire, politique et institutionnelle. Cependant, les résultats de ces mesures restent tardifs car dans les grandes villes les ressources en eau font face à des problèmes de pollution [7]. C'est le cas de la ville de Bobo-Dioulasso où la forte urbanisation et les activités industrielles engendrent la pollution des ressources en eau et menacent la santé des populations [8 - 10]. C'est pour réduire ces pollutions qu'a vu le jour en 2008 l'assainissement collectif grâce à l'Office National de Eau (ONEA). Mais pour le moment, il concerne les eaux usées industrielles.

Ces eaux sont collectées à travers un réseau d'égout, épurées et rejetées dans le marigot Houet, important cours d'eau de la ville. Les eaux rejetées sont réutilisées par des maraichers pour des besoins d'irrigation. Pourtant, les paramètres physico-chimiques et microbiologiques de l'eau du marigot Houet juste après le rejet des effluents épurés sont non conformes aux normes en la matière [10]. Cette réalité suscite un questionnement quant à la qualité des effluents rejetés et des risques sanitaires de leur usage dans la production maraichère. L'objectif général de cette étude est de caractériser les systèmes de traitement des effluents industriels ainsi que l'impact de leur usage agricole sur la santé des populations. Spécifiquement, il s'agit (i) d'examiner les performances des systèmes industriels comparativement à ceux de l'ONEA, (ii) de caractériser les paramètres physico-chimiques des effluents industriels et (iii) d'examiner les risques sanitaires de l'usage des eaux usées traitées dans la production maraichère sur la population. Les hypothèses de recherche stipulent que (H1) le système de traitement des unités industrielles est moins performant que le système de traitement de l'ONEA, (H2) les effluents industriels traités ne sont pas conformes aux normes de rejets, et (H3) l'usage des eaux traitées par les maraichers a des risques sanitaires pour la population.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Localisation de la zone d'étude

La zone d'étude est la commune de Bobo-Dioulasso, chef-lieu de la région des hauts bassins (*Figure 1*). Le choix de cette commune est dû au fait qu'elle est l'une des pôles industriels le plus grand et le plus diversifié du pays. Elle est aussi importante de par ses ressources en eau et de leur vulnérabilité aux phénomènes de pollution. Elle est localisée entre les latitudes 10°56' et 11°26'N et les longitudes 4°01' et 4°33'W. Selon le recensement général de la population et de l'habitat de 2006, la population de la commune de Bobo-Dioulasso était de l'ordre de 489 967 habitants. La commune est caractérisée par un climat du type sud-Soudanien [11]. La pluviométrie et la température moyennes annuelles sont respectivement de 1027,15 mm et de 27,8°C. La grande partie des eaux souterraines se situe entre 10 et 20 m et sont localisées au centre de la ville où la pollution semble être plus importante. La nappe aquifère abritant le marigot Houet est à moins de 10 m [12]. Cela peut accroître les risques de contamination des eaux souterraines par les eaux usées ou les substances présentes dans les eaux du marigot Houet.

II-2. Méthode

II-2-1. Caractérisation des systèmes de traitement et de prétraitement

La caractérisation des systèmes de traitement a été faite aux moyens d'entretiens semi-directifs couplés à des visites des stations de traitement. Les entretiens semi-directifs ont été effectués en individuel avec les responsables en charge du suivi technique des stations de traitement. Un guide d'entretien a été élaboré et utilisé sur le terrain à cet effet. Les résultats des entretiens ont été comparés à ceux déjà existant dans la littérature.

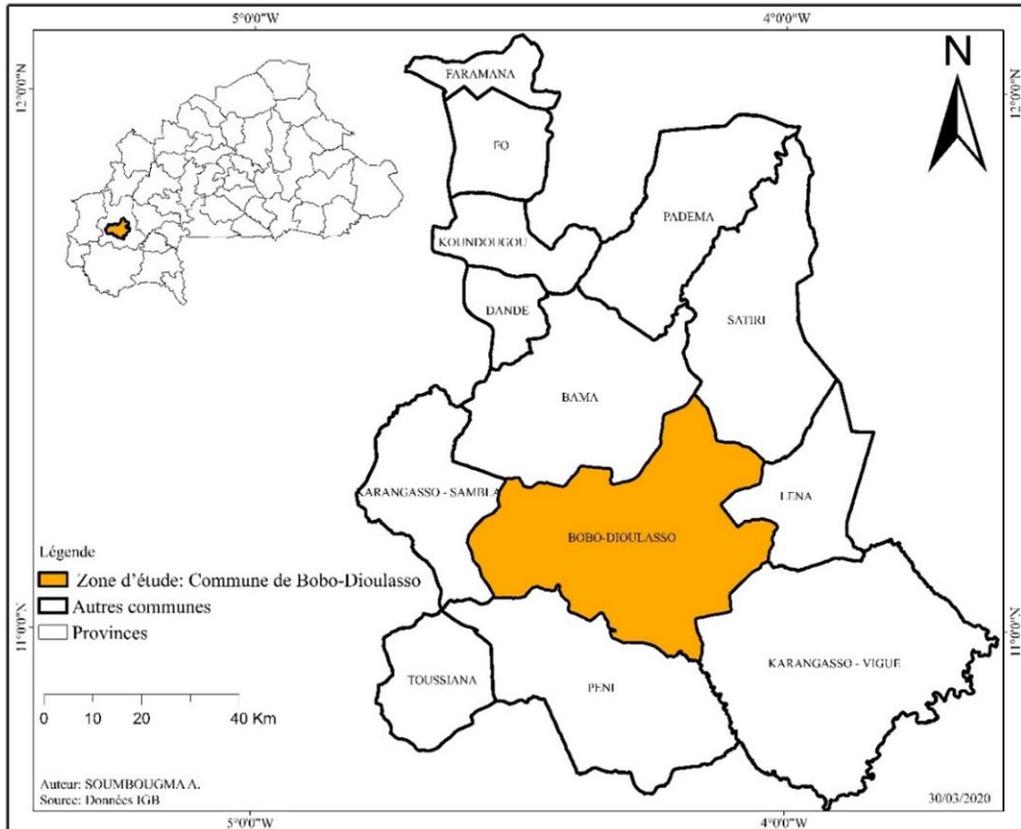


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

II-2-2. Caractérisation des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des effluents

Des prélèvements d'eaux usées ont été faits suivant plusieurs critères que sont la connexion au réseau d'égout de l'ONEA, l'usage des effluents épurés, la nature des déchets émis par l'industrie et le sens d'écoulement des rejets liquides industriels [7]. Ainsi, les points échantillonnés ont été les lieux de rejets dans le réseau d'égout de l'ONEA, de la Brasserie du Burkina Faso (Brakina), de la Société nouvelle huilerie et savonnerie (SN-Citec), de la société de commerce de produits agricoles (AgriFaso) et de l'abattoir frigorifique de Bobo-Dioulasso, à l'entrée et à la sortie de la Station d'Épuration (STEP) des eaux usées de Dogona et le lieu de rejet des effluents épurés au niveau du marigot Houet. Des bouteilles en plastiques neuves d'un litre de volume chacune ont été utilisées pour les prélèvements qui ont été faits en deux étapes :

- **Première étape : prélèvement pour analyse des paramètres physico-chimiques**

Le prélèvement a été assuré par l'ONEA au titre de la convention qu'elle a signée avec les unités industrielles pour le suivi des effluents rejetés dans le réseau d'égout. Les données considérées pour cette étude couvrent la période d'août à octobre 2019. Les prélèvements ont été faits de façon hebdomadaire. Au total, douze (12) prélèvements pour chaque point de prélèvement ont été faits pour la première étape.

- **Deuxième étape : prélèvement pour analyse des paramètres bactériologiques**

Les échantillons d'eaux usées épurées ont été prélevés puis transportés dans une glacière contenant de la glace jusqu'au laboratoire d'analyse des eaux de l'ONEA où ils ont été analysés. Le nombre de prélèvements est de cinq (05). La détermination des paramètres in situ a concerné la température, la conductivité et le pH. Elle a été faite à l'aide d'une sonde multi-paramètres de type WTW 340i. La détermination des paramètres au laboratoire a concerné les matières en suspension (MES), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène en cinq jours (DBO5), les coliformes totaux et les coliformes fécaux. Les matières en suspension ont été mesurées par pesée après filtration et séchage d'un volume d'eau usée sur une membrane Watt man GF/A de 0,8 µm de porosité et séchage à 105 °C jusqu'à masse constante dans une étuve, selon la méthode NF T 90-105-2. La mesure de la DBO5 s'est faite avec des Oxytops fixés au bout des bouteilles et qui enregistrent la quantité d'oxygène générée par le catabolisme de matières organiques [13].

Le mode opératoire est basé sur les normes françaises selon la méthode 5200D. La mesure de la DCO est obtenue par oxydation chimique en milieu acide selon la méthode 5220D de la norme française [1]. Les coliformes totaux et les coliformes fécaux ont été déterminés par la méthode de filtration sur membrane. A l'issue de la filtration, la membrane a été retirée et placée dans une boîte à pétri contenant un milieu de culture, le Chromocult Agar ES. Le milieu de culture a étéensemencé dans un incubateur à 36°C ± 2°C. Après 24 heures, la boîte à pétri a été retirée de l'incubateur et il a été procédé à la lecture des coliformes totaux et fécaux. Une interprétation des paramètres physico-chimique et bactériologique a été faite à travers une comparaison entre les valeurs mesurées et les normes nationales et internationales en matière de revalorisation agricole des eaux usées et de leur déversement dans le milieu naturel et dans les réseaux d'assainissement collectif. L'interprétation a consisté à déterminer les indicateurs de performance des systèmes de traitement (taux d'abattement et biodégradabilité).

II-2-3. Évaluation du taux d'abattement

Le taux d'abattement (t) à la station d'épuration a été évalué à travers la **Formule** suivante :

$$t = (V1 - V2) / V1 * 100 \quad (1)$$

V1 et V2 sont les valeurs des paramètres de pollution (DCO, BBO5 et MES) respectivement à l'entrée et à la sortie de la station. Lorsque $t \geq 70$, le traitement est bon ; lorsque $50 \leq t < 70$, le traitement est moyennement bon; et, lorsque $t < 50$ le traitement est mauvais ou nul [14].

II-2-4. Évaluation de la biodégradabilité

L'évaluation de la biodégradabilité des effluents a été faite sur la base du rapport DCO/DBO5. Si $DCO/DBO_5 < 2$ l'effluent est facilement biodégradable, $2 < DCO/DBO_5 < 3$, l'effluent est biodégradable avec des souches sélectionnées et si $DCO/DBO_5 > 3$: l'effluent n'est pas biodégradable [15, 16]. Les calculs et les graphiques ont été faits à l'aide du tableur excel.

II-3. Évaluation des risques sanitaires de l'usage des effluents traités

L'évaluation des risques sanitaires de l'usage des effluents traités a été faite sur la base d'entretien avec les usagers et la mesure d'indicateurs de pollution organique et microbiologique. L'entretien avec les usagers a porté sur leur perception sur l'usage agricole des effluents traités et le respect des mesures de protection sanitaires recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour la protection des ouvriers agricoles, des consommateurs et de la communauté locale. La conformité des indicateurs de pollution organique et microbiologique a été comparée aux directives de l'OMS afin de faire ressortir les risques sanitaires liés en cas de non-conformité.

III - RÉSULTATS

III-1. Caractérisation des systèmes de traitement des effluents industriels

Des entretiens, il ressort que la commune de Bobo-Dioulasso dispose d'un réseau d'assainissement collectif auquel sont connectées quatre (04) unités industrielles (Brakina, SN-Citec, Abattoir frigorifique et AgriFaso). Le réseau est géré par l'ONEA. Deux (02) unités industrielles sur les quatre (04) possèdent un système de traitement. Il s'agit de la Brakina et de la SN-Citec. A la différence de la SN-Citec, le système de traitement de la Brakina est

sophistiqué et comprend en plus un système de traitement secondaire (traitement biologique à la boue activée). Cependant, des dysfonctionnements ont été constatés dans le système de traitement de la SN-Citec et de l'ONEA.

III-2. Caractérisation des paramètres physico-chimiques des effluents industriels

III-2-1. Paramètres physiques

Les valeurs moyennes des paramètres physiques des effluents industriels ont été résumées à l'entrée du réseau d'égout et au niveau de la STEP de Dogona (**Figures 2, 3, 4, 5, 6 et 7**). De ces figures, on remarque qu'à l'entrée du réseau d'assainissement collectif, les valeurs de la conductivité calculées sont inférieures aux normes pour l'AgriFaso et la Brakina. Par contre, elles sont supérieures aux normes pour l'abattoir et la SN-Citec. Les matières en suspension à l'entrée sont inférieures aux normes pour toutes les unités industrielles sauf pour AgriFaso où la valeur calculée est supérieure aux normes. A la station d'épuration des eaux usées de Dogona, les valeurs moyennes calculées de la température et de la conductivité sont inférieures aux normes. Ces valeurs sont sensiblement égales aux normes à la station pour les matières en suspension.

III-2-2. Paramètres chimiques

Les résultats d'analyse des paramètres chimiques des effluents étudiés ont été mis en relief (**Figures 8, 9, 10, 11, 12 et 13**). A l'entrée du réseau d'assainissement collectif, Les valeurs de la DBO5 sont supérieures (AgriFaso et Abattoir) et inférieures (Brakina et SN-CITEC) aux normes; La DCO est supérieure (Abattoir, AgriFaso, SN-CITEC) et inférieures (Brakina) aux normes. Les PH des différentes unités sont compris entre les normes minimales et les normes maximales. A la station d'épuration des eaux usées de Dogona, Les valeurs de la DBO5 et de la DCO calculées sont supérieures aux normes à l'entrée et à la sortie. Le PH à l'entrée et à la sortie est compris entre les normes minimales et les normes maximales

❖ A l'entrée du réseau d'assainissement collectif

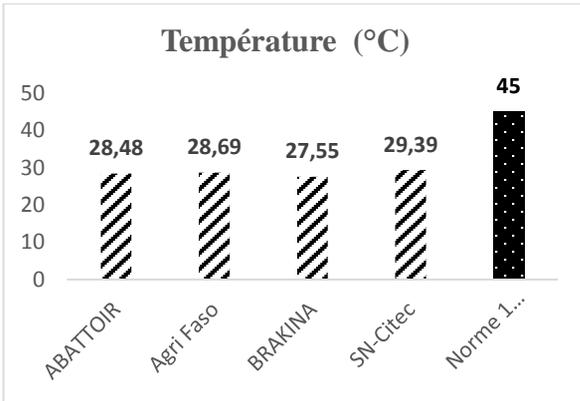


Figure 2 : Température moyenne à l'entrée du réseau d'égout

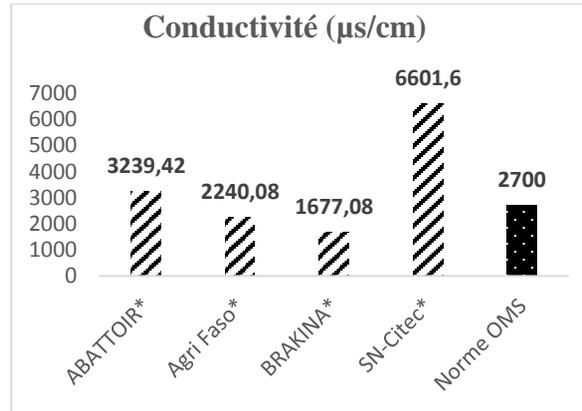


Figure 3 : Conductivité moyenne à l'entrée du réseau d'égout

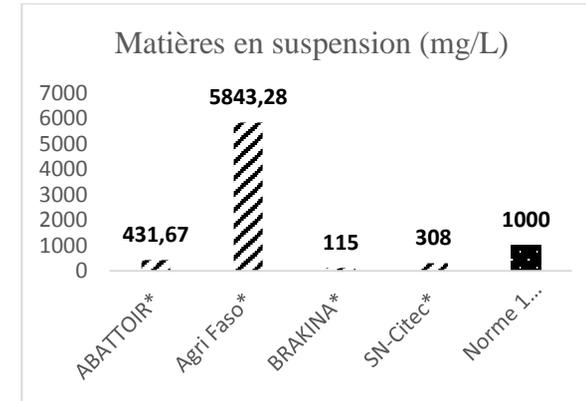


Figure 4 : MES moyenne à l'entrée du réseau d'égout

❖ A la station d'épuration des eaux usées de Dogona

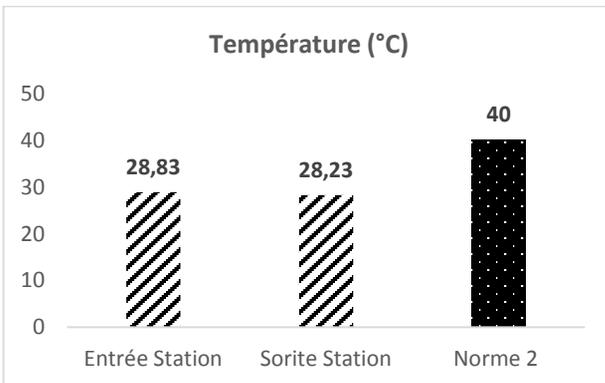


Figure 5 : Température moyenne avant et après traitement à la station de Dogona

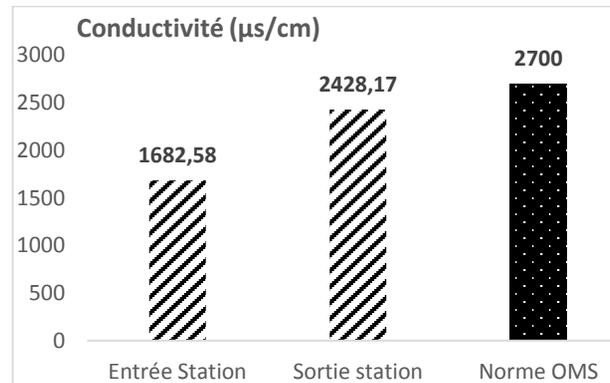


Figure 6 : Conductivité moyenne avant et après traitement à la station de Dogona

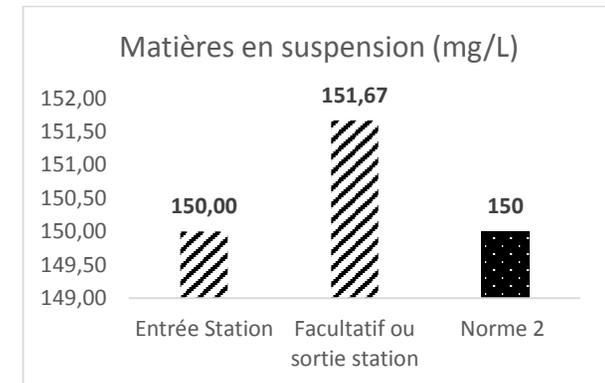


Figure 7 : Matières en suspension moyenne avant et après traitement à la station de Dogona

Source : ONEA, 2019.

❖ **A l'entrée du réseau d'assainissement collectif**

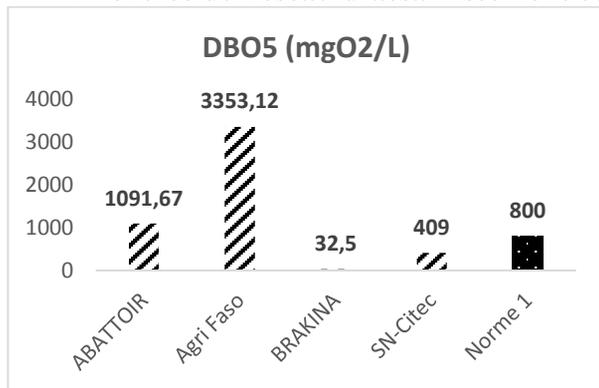


Figure 8 : DBO5 moyenne à l'entrée du réseau d'égout

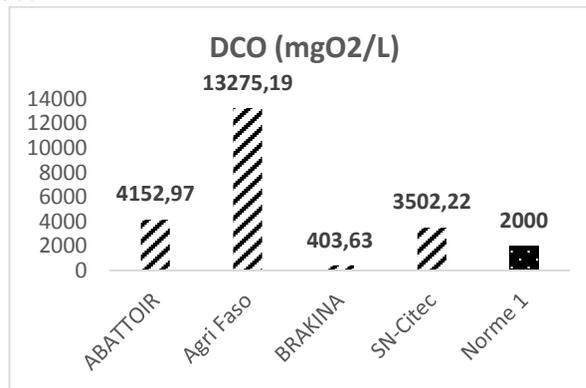


Figure 9 : DCO moyenne à l'entrée du réseau d'égout

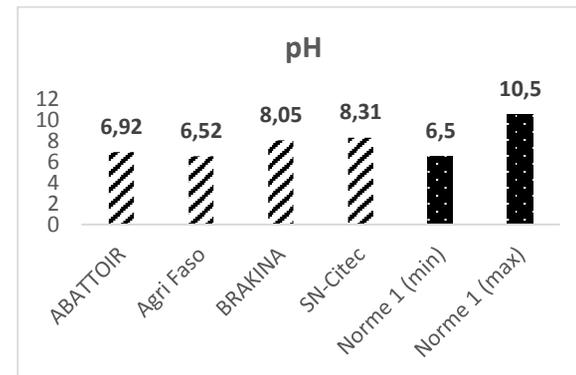


Figure 10 : pH moyen à l'entrée du réseau d'égout

❖ **A la station d'épuration des eaux usées de Dogona**

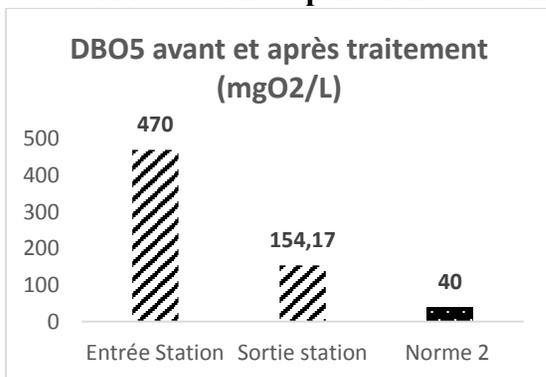


Figure 11 : DBO5 moyenne à la STEP de Dogona
Source : ONEA, 2019

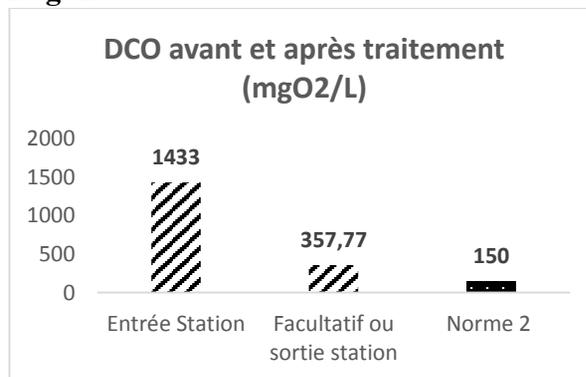


Figure 12 : DCO moyenne à la STEP de Dogona

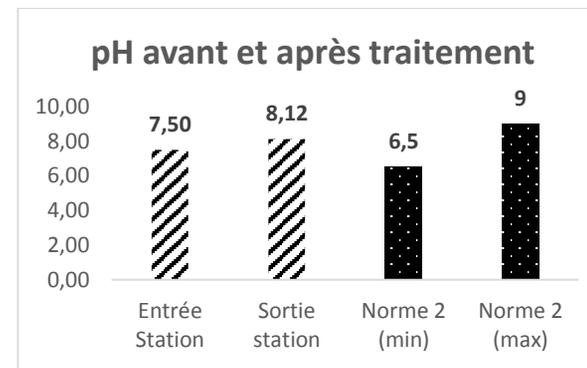


Figure 13 : pH à la STEP de Dogona

III-2-3. Évaluation de l'abattement des paramètres de pollution organique de la STEP de Dogona

Le taux d'abattement moyen calculé est supérieur à 70 % pour la DCO. Ce taux est compris entre 50 % et 70 % pour la DBO5 et inférieur à 50 % pour les MES (*Tableau 1*).

Tableau 1 : Taux d'abattement des paramètres de pollution organique de la STEP de Dogona

Abattement mensuel	DCO (mgO ₂ /L)	MES (mg/L)	DBO5 (mgO ₂ /L)
Abattement Aout	77,79 %	-3,33 %	67,53 %
Abattement Septembre	77,48 %	-18,18 %	83,46 %
Abattement Octobre	65,88 %	22,22 %	8,22 %
Abattement moyen	73,72 %	0,24 %	53,07 %

III-2-4. Biodégradabilité des effluents industriels

La DCO/DBO5 varie en fonction de l'unité industrielle et se présente comme suit : Abattoir (04,14), AgriFaso (11,37), Brakina (12,43) et SN-Citec (10,66), entrée de station (04,60) et à la sortie de station (02,52).

III-3. Évaluation des risques sanitaires de l'usage agricole des effluents épurés

III-3-1. Évaluation du niveau de respect des mesures de protection sanitaire

Les entretiens auprès des producteurs ont permis de recueillir leur appréciation de l'utilisation des effluents pour irriguer les cultures. De ce fait, ils ont fait ressortir que les effluents permettent d'irriguer les cultures et de réduire les charges en matière d'engrais. Selon eux, les effluents ont une valeur fertilisante des sols et sont bénéfiques pour le développement des cultures. Cependant, ils ont signifié que les effluents ont une odeur très forte qui leur pose des problèmes de santé. Plusieurs fois, ils ont eu des problèmes de nausées, de vomissements et de diarrhée. Après un croisement des mesures de protection sanitaires recommandées par l'OMS pour la protection des ouvriers agricoles, des consommateurs et de la communauté locale, nous avons retenu huit (08) mesures pour l'appréciation de leur respect par les producteurs agricoles. Ces mesures concernent le choix des cultures, la récolte des cultures, le traitement avec des eaux usées, l'utilisation d'équipements de protection individuelle et intégrale, la méthode d'irrigation, l'accès à une eau de boisson saine et à des installations d'assainissement dans les fermes, la promotion de la santé et de l'hygiène et la chimiothérapie et vaccination. De l'entretien il ressort que l'usage agricole des effluents épurés ne respecte aucune mesure de protection sanitaire.

III-3-2. Évaluation de la qualité organique et bactériologique des effluents épurés

Les paramètres de charges organique (DBO5 et DCO) et bactérienne des effluents utilisés ne sont pas conformes aux directives de l'OMS (*Tableau 2*). Il n'y a aucun traitement des eaux usées effectué par les producteurs avant leur utilisation.

Tableau 2 : Comparaison de la qualité organique et bactériologique des effluents utilisés en agriculture avec les directives OMS

Mesures et directives OMS	DBO5 (mg/L)	MES (mg/L)	Coliformes fécaux /100 ml	Traitement requis
Mesures au point de rejet	154,17	151,67	400	-
Directives OMS pour toutes cultures (1)	A) 10*	10*	5* - 15**	Secondaire, tertiaire et désinfection
Directives OMS pour Légumes mangés cuits (2)	A) 10* - 15**	10*-15**	50* - 100**	Secondaire, tertiaire et désinfection

A. Méthodes de traitement mécanisé (boues activées etc.)

* Ces valeurs ne doivent pas être dépassées dans 80% des échantillons par mois.

** Valeur maximum autorisée

1. Irrigation de légumes feuilles, bulbes mangés crus non autorisés
2. Pomme de terre, chou, courgette

IV - DISCUSSION

IV-1. Caractérisation des systèmes de traitement des effluents industriels

La pollution de l'environnement est le résultat d'une industrialisation accélérée. Ces nombreuses industries rejettent les eaux usées dont les caractéristiques sont ignorées par les populations. L'objectif de cette étude est de caractériser les systèmes de traitement des effluents industriels ainsi que l'impact de leur usage agricole sur la santé des populations. La commune de Bobo-Dioulasso dispose d'un réseau d'assainissement collectif pour la gestion des effluents industriels. L'étude a permis d'identifier les unités industrielles connectées au dit réseau. Il s'agit de la Brakina, de la SN-Citec, de l'Abattoir frigorifique et de la société AgriFaso. Toutes ces industries interviennent dans le domaine de l'agroalimentaire. Sur les quatre (04) industries, deux (02) disposent d'un système de traitement de leurs effluents avant rejet dans le réseau d'assainissement collectif. Il s'agit de la Brakina et la SN-Citec. Le système de traitement de la Brakina se caractérise par un prétraitement, un

traitement physico-chimique et un traitement biologique à la boue activée. Ces traitements successifs comme celui de la Brakina permettent d'obtenir des résultats quasi conformes aux normes en vigueur [17]. Ce système a été amélioré car il n'existait qu'un seul bassin de décantation qui ne permettait pas d'effectuer un traitement efficace [9]. En outre, la SN-Citec effectue un prétraitement et un traitement physico-chimique. Le traitement physico-chimique réalisé est la coagulation-floculation. Le système de traitement de la SN-Citec mis en exergue par les résultats de cette étude est identique à certaines études [8, 9]. Par ailleurs, il a été illustré que les effluents industriels traités ou non sont acheminés par le réseau d'assainissement collectif à la station d'épuration des eaux usées de Dogona où ils subissent un dernier traitement avant d'être rejetés dans le milieu récepteur (marigot Houet). Le système de traitement des effluents industriels au niveau de la station d'épuration est le lagunage. Ce système est adapté pour la gestion des effluents urbains et domestiques des collectivités ne disposant pas de moyens financiers conséquents [17, 18]. Cependant, il a été constaté que toutes les dispositions ne sont pas prises pour rendre le système performant. Cela se traduit par la non finalisation des systèmes de traitement et la défaillance du système de dégrillage qui se traduit par la présence des déchets plastiques au niveau des bassins anaérobies.

IV-2. Caractérisation des paramètres physico-chimiques des effluents industriels

Des résultats des paramètres physico-chimiques des effluents, on retient que la température et le pH mesurés au niveau des industries et à la STEP sont conformes aux normes de rejets. Quant à la conductivité, elle n'est pas conforme au niveau de l'abattoir et la SN-Citec. Les résultats de la conductivité au niveau de l'abattoir et la SN-Citec qui traduisent une forte minéralisation sont en accord avec ceux de certains auteurs [8, 9]. En outre, les principaux paramètres de pollution organique et chimique en l'occurrence les matières en suspension, la DBO5 et la DCO sont très élevés et non conformes au niveau de la société AgriFaso. La DBO5 et la DCO au niveau de l'abattoir, à l'entrée et à la sortie de la STEP de Dogona sont également non conformes. La charge organique (DBO5 et DCO) non conforme de l'abattoir concordent à plusieurs études [9, 19, 20]. Dans ce sens, il a été révélé que ce sont les contenues des viscères et le sang des différentes espèces animales abattues évacués sans traitement préalable qui contribueraient essentiellement à l'existence de fortes concentrations en DCO et en DBO5 dans les rejets de l'abattoir [19]. Les effluents de toutes les unités industrielles sont très difficilement biodégradables. Ainsi, à la sortie de la station d'épuration de la STEP de Dogona où les effluents devraient être facilement biodégradables, le DCO/DBO5 est inférieur à 3, indiquant des effluents biodégradables avec des souches sélectionnées. Cette situation ne traduit pas forcément l'inefficience

de la station d'épuration mais celle des systèmes de traitement des industriels en amont. En effet, le rapport DCO/DBO5 est élevé à l'entrée de la station et est réduite de plus de deux (02) unités grâce au traitement de la station de Dogona. Une baisse de 100 unités de la DCO à l'entrée entrainerait sa réduction à la sortie de 52 unités. Les taux d'abattement des paramètres de pollution organique qui sont de 77,72 %, 0,24 % et 53,07 % respectivement pour la DCO, les MES et la DBO5 indiquent que l'efficacité de traitement de la STEP est bonne pour la DCO, moyenne pour la DBO5 et quasi-nulle pour les matières en suspension. Le faible abattement des matières en suspension s'explique par un dysfonctionnement du système de dégrillage qui laisse passer les déchets plastiques dans le bassin anaérobie. Des résultats des indicateurs de performance de la STEP, il ressort que la baisse de deux unités du rapport DCO/DBO5 est liée à l'abattement des paramètres de pollution organique (DCO et DBO5). De même, le pH et la température jouent un rôle très important dans l'abattement de la charge organique. En effet, il y'a une corrélation quasi parfaite entre le pH à l'entrée de la station et la DCO à la sortie de la STEP. Le pH à l'entrée de la station influe moyennement dans le même sens le rapport DCO/DBO5 à la sortie. De même, la température est corrélée négativement de façon moyenne avec la DBO5 et la DCO à la sortie. De ce fait, on note que si la température à l'entrée de la STEP augmente, la charge organique (DCO et DBO5) à la sortie de la STEP diminue et inversement, d'où son importance dans l'abattement de la charge organique. Cette importance de la température dans la réduction de la charge organique est également mise en évidence dans une des études sur la bio-épuration par lagunage naturel [21]. Sur la base des indicateurs de biodégradabilité et des taux d'abattement de la pollution organique, on peut dire que les systèmes de traitement des effluents des unités industrielles sont moins performants que celui de la STEP de Dogona. Des travaux antérieurs ont montré que les systèmes de traitement des industriels sont moins performants ou mal dimensionnés [22].

IV-3. Évaluation des risques sanitaires de l'usage agricole des effluents épurés

Des entretiens avec les usagers des effluents épurés, il est ressorti qu'aucune mesure de protection sanitaire n'est mise en œuvre par les producteurs pour réduire la nuisance des effluents sur leur santé, celle des consommateurs et des communautés proches. Les risques sanitaires sont aggravés par la qualité organoleptique, bactérienne et organique des effluents qui n'est pas conforme aux directives de l'OMS. La mauvaise qualité microbiologique et organique avait également été mise en évidence [10]. Ces auteurs ont souligné de ce fait que le marigot Houet constituait une menace de santé publique. La qualité des effluents ajoutés à la méthode d'irrigation qui favorise le contact des eaux usées avec les cultures peuvent menacer la santé des consommateurs, des travailleurs agricoles et des communautés proches [7]. En effet, les fruits et les

légumes peuvent être contaminés par le sol par absorption racinaire ou par le lavage de la terre qui peut y adhérer [23]. Des maladies (choléra, fièvre typhoïde, shigellose) peuvent découler de l'utilisation des eaux usées riches en bactéries, en virus et en parasites [24]. Des diarrhées chez les jeunes enfants et des ankylostomiasés peuvent être observées chez les travailleurs agricoles [25].

V - CONCLUSION

Nos travaux de recherche ont porté sur l'analyse des effluents industriels et les effets qu'ils engendreraient sur la santé de la population de la commune de Bobo-Dioulasso. L'analyse des systèmes de traitement des effluents, montre qu'ils comportent des insuffisances qui influent négativement la performance des systèmes de traitement et donc sur la qualité physico-chimique. Les paramètres physico-chimiques analysés à l'entrée et à la sortie de la STEP montrent une discordance aux normes de déversement dans le réseau d'assainissement collectif et dans le milieu naturel. Les effluents sont caractérisés par une forte pollution organique liée en grande partie à l'absence de traitement préalable au niveau de l'abattoir et de la société AgriFaso. Des taux d'abattement, on retient que les systèmes de traitement des unités industrielles sont moins performants que le système de traitement de la STEP de Dogona. La qualité microbiologique et organique des effluents mérite des traitements supplémentaires avant leur usage agricole. Aucune mesure de protection sanitaire n'est appliquée par les travailleurs agricoles, les consommateurs et toute la communauté. Cette étude constitue un outil d'aide de décision sur la qualité des eaux usées rejetées par les industries et réutilisées par la population à des fins agricoles.

REMERCIEMENTS

Nous remercions la Direction Régionale de l'ONEA de Bobo-Dioulasso à travers Monsieur Hamado KABORE, Chef de Service Assainissement, pour nous avoir fourni gratuitement les données sur les analyses des paramètres physico-chimiques des effluents industriels.

RÉFÉRENCES

- [1] - B. SAWADOGO, Traitement des eaux usées industrielles par des procédés membranaires sous climat sahélien : cas des eaux usées de brasserie au Burkina Faso. Thèse de Doctorat unique, (2018) 177 p.
- [2] - N. J. FALIZI, M. C. HACIFAZLIOĞLU, I. PARLAR, N. KABAY, T. O. PEK, M. YÜKSEL, Evaluation of MBR treated industrial wastewater quality before and after desalination by NF and RO processes for agricultural reuse. *J. Water Process Eng.*, 22 (2018) 103 - 108
- [3] - C. A. QUIST-JENSEN, F. MACEDONIO, E. DRIOLI, 2015. Membrane technology for water production in agriculture : *Desalination and wastewater reuse. Desalination*, 364 (2015) 17 - 32
- [4] - M. KONE, E. SERVICE, Y. OUATTARA, P. OUATTARA, L. BONOU and P. JOLY, « Caractérisation des boues de vidange dépotées sur les lits de séchage de zagtoui (Ouagadougou) », *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 10 (6) (2016) 2781 - 2795
- [5] - L. YÉ, Caractérisation des déchets urbains solides utilisables en agriculture urbaine et périurbaine : cas de Bobo-Dioulasso. Mémoire DEA science du sol, (2007) 60 p.
- [6] - Y. A. GNAGNE, B. O. YAPO, L. MEITE, V. K. KOUAMÉ, A. A. GADJI, V. MAMBO and P. HOUENOU, « Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées brutes du réseau d'égout de la ville d'Abidjan », *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (2) (2015) 1082 - 1093
- [7] - A. KABOUR, A. HANI, L. CHEBBAH, Impact des eaux usées domestiques sur l'environnement, et évaluation de l'indice de risque sur la santé publique: Cas de la ville de Bechar, SW Algérien. *European Journal of Scientific Research*, 53 (4) (2011) 582 - 589
- [8] - K. L. KOUAME, N. E. ASSIDJO, Simulation du traitement par boues activées des effluents industriels en milieu anaérobie : cas de Sania en Côte d'Ivoire. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 35 (2020) 97 - 110
- [9] - H. KO, Influence des rejets industriels sur la pollution des eaux à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, (2008) 65 p.
- [10] - Y. OUATTARA, I. GUIGUEMDE, F. DIENDERE, N. TALL, S. N'DIAYE, J. DIARRA, A. SANOU et A. BARY, Le marigot Houet à Bobo-Dioulasso : une question de santé publique. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6 (5) (2012) 2003 - 2015
- [11] - J. FONTES, S. GUINKO, Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Notice explicative. Ministère de la Coopération Française: projet campus, (1995) (88 313 101)
- [12] - C. BANHORO, La pollution du marigot Houet et ses conséquences potentielles sur l'environnement. Rapport de fin de cycle Diplôme des contrôleurs des eaux et forêts, ENEF(Bobo-Dioulasso), (2007) 50 p.
- [13] - G. SORO, A. COULIBALY, K. S. M. KRA, O. B. YAPO, N. SORO, caractérisation et évaluation de la charge polluante des boues de vidange du district d'Abidjan, sud de la côte d'ivoire. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 35 (2020) 78 - 96

- [14] - DIRECTIVE 91/271/CEE, Traitement des eaux résiduaires urbaines. *Journal officiel n° L 135*, (1991) 40 - 52. <http://eurlex.europa.eu/legalcontent/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0271&from=FR>
- [15] - J. RODIER, L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, chimie, physicochimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats, Paris (France), Dunod, (1996) 1384 p.
- [16] - T. MAHDAD, A. LACHERAI, Contribution à l'amélioration d'épuration des eaux usées dans une step, *Mater. Environ. Sci.*, 5 (S1) (2014) 2052 - 2059
- [17] - N. KADA, J. BAHHOU, A. M'HAIDRA, M. EL HASSOUNI, Analyse des effluents de différents types d'unités de raffinage au niveau de la raffinerie SAMIR (MAROC). *European Scientific Journal*, 10 (21) (2014) 210 - 225
- [18] - S. RENOU, Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées. Thèse. Université de Lorraine, (2006) 258 p.
- [19] - A. Z. OUEDRAOGO, Etat de l'environnement industriel au Burkina Faso. Atelier Bobo-Dioulasso, 13 au 14 novembre 2003, (2003) 31 p.
- [20] - LNAE, Etat des lieux de la pollution des ressources en eau au Burkina Faso. MECV, (2004) 103 p.
- [21] - M. KONE, L. BONOU, J. KOULIDIATI, P. JOLY, S. SODRE, Y. BOUVET, Traitement d'eaux usées urbaines par infiltration-percolation sur sable et sur substrat de coco après un bassin anaérobie de lagune sous climat tropical, *Revue des Sciences de l'Eau*, 25 (2) (2012) 139 - 151
- [22] - T. U. ONIFADE, Evaluation des performances et optimisation technique de la station d'épuration de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Mémoire de master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, Fondation 2ie, (2011) 50 p.
- [23] - M. SEICK, Impacts de l'utilisation maraichère des eaux usées dans le littoral ouest de Dakar. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, (1994) 36 p.
- [24] - FAO, Irrigation avec des eaux usées traitées – Manuel d'utilisation. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, (2003) 58 p.
- [25] - OMS, Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères-Volume II, utilisation des eaux usées en agriculture. Organisation Mondiale de la Santé, (2012) 26 p.