

Caractérisation Des Effluents D'une Usine Pharmaceutique : Cas De Kim Pharma Dans La Ville Province De Kinshasa En RDC

Trésor MVUTU BIZANZA, Fidèle BULOKI ILUNGA, Salomon MUKODIA MAMPUYA, Hosanna MAKAMBU OZANA, Christian BUKA MBANGIKA et Malu MUTENTU ANGELANI

Assistants à l'Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Kimbau (ISEA / KIMBAU, B.P 5053 Kinshasa X, Kwango, RDC) et Experte environnementaliste



Résumé : Cette étude s'est déroulée dans la ville Province de Kinshasa en RD Congo. Elle part de l'hypothèse selon laquelle les industries de la ville de Kinshasa sont installées non loin des cours d'eau et déversent directement leurs effluents dans le milieu récepteur sans aucun traitement au préalable. Ce système de gestion des effluents constitue un problème réel pour les écosystèmes des milieux récepteurs et la santé trophique.

Pour y parvenir, nous sommes servis des méthodes d'observation et expérimentale. La bonne protection de l'environnement et la gestion de la qualité de l'eau dans les différents écosystèmes aquatiques ont une grande importance car, toutes les industries ne génèrent pas une pollution de même type ni de même importance (Georges. T, 2002).

Au regard de cette réflexion, nous avons réalisé que les valeurs du pH (4,8) ; la Turbidité (49,1NTU) ; de MES (420 mg /l) ; Indice au permanganate (8833 mg /l) ; couleur (240 HAWEN) et la valeur de la DCO (240 mg /l) sont élevées par rapport aux normes malgaches(2003), de l'OMS(1972) et camerounaise(1996).

Mots clés : Caractérisation, effluent, Usine pharmaceutique.

Summary : This study was conducted in the city of Kinshasa Province in the Democratic Republic of Congo. It is based on the hypothesis that the industries of the city of Kinshasa are located not far from watercourses and discharge their effluents directly into the receiving environment without any prior treatment. This effluent management system constitutes a real problem for the ecosystems of the receiving environments and trophic health.

To achieve this, we have used observational and experimental methods. Good environmental protection and water quality management in different aquatic ecosystems are of great importance because not all industries generate pollution of the same type or importance (Georges. T, 2002).

In view of this reflection, we realized that the values of pH (4.8); Turbidity (49.1 NTU); MES (420 mg / l); Permanganate index (8833 mg / l); color (240 HAWEN) and the COD value (240 mg / l) are high compared to the Malagasy (2003), WHO (1972) and Cameroonian (1996) standards.

Keywords : Characterization, effluent, pharmaceutical plant.

I. INTRODUCTION

Depuis plus de cinquante ans, la pollution est l'un des problèmes majeurs auxquels est confronté notre monde moderne. On entend par pollution, la présence dans l'environnement des produits chimiques et biologiques dangereux, généralement créés par l'homme,

dont les effets nuisibles peuvent se faire sentir durant des longues périodes sur toute la planète. Cette pollution peut affecter l'eau et la terre. Les déversements des déchets dans les cours d'eau atteignent, de nos jours, des proportions inquiétantes. Par souci d'économiser, les usines et les milieux urbains rejettent directement dans la nature leurs eaux résiduaires, sans les avoir traitées au préalable (Slatni Ibtissem, 2014 cité par Kusunika N, 2018). Le développement croissant des activités industrielles et domestiques a engendré de nombreux types de pollution. La pollution liée aux métaux lourds, particulièrement en milieux aquatiques, suscite de nombreuses inquiétudes, tant pour la santé des populations aquatiques que pour celle des humains. Les métaux lourds non essentiels sont persistants dans l'environnement et peuvent aussi s'accumuler dans les organismes vivants et être toxiques, même à de très faibles concentrations.

De nos jours, avec l'essor et le développement des activités humaines, diverses substances chimiques sont détectées dans l'environnement dont plusieurs se sont avérées dangereuses et ont révélé des effets toxiques sur les organismes aquatiques, terrestres ainsi que sur l'homme. Par ailleurs, la dégradation du bon fonctionnement des écosystèmes à laquelle nous assistons est un sujet d'inquiétude pour les chercheurs et tous ceux qui se préoccupent des problèmes d'hygiène publique et de protection de la nature. Parmi les nombreuses substances chimiques pouvant contaminer les milieux aquatiques et terrestres, nous citons en occurrence les résidus des médicaments. (Bouguebina. Z., 2015).

Les produits pharmaceutiques contiennent des substances actives et sont utilisées pour la Prévention, le diagnostic ou le traitement des maladies ainsi que pour restaurer, corriger ou

Modifier des fonctions organiques (Daughton et Ternes, 1999 ; cités par Monteiro et Boxall

2010). Après consommation par l'homme ou l'animal, certains médicaments seront plus ou

Moins métabolisés et d'autres resteront intacts (Monteiro et Boxall, 2010).

Par conséquent, Ils seront excrétés sous forme de molécules-mères et/ou de métabolites (Bouvier et al, 2010) et déversés dans le milieu aquatique via le rejet des eaux usées domestiques (Kümmerer et Schuster, 2008 Cité par Arranz R, 2012)

Au cours de la dernière décennie, de plus en plus de résidus de produits pharmaceutiques ont été mesurés, principalement dans les eaux de surface mais aussi dans les eaux souterraines, les sols, le fumier, le biote et même dans l'eau potable. Compte tenu du fait que les produits pharmaceutiques sont spécialement développés pour provoquer des effets pharmacologiques dans les organismes vivants, il n'est pas surprenant qu'un nombre croissant d'études aient démontré que les produits pharmaceutiques ont des effets secondaires sur la faune et la flore et sur la santé de l'écosystème (FEDERAL, 2014).

La présence des résidus médicamenteux dans les milieux aquatiques a été détectée dans les années 1980 et a conduit les scientifiques à s'interroger sur les conséquences dans l'environnement et la santé humaine de ces polluants. Plusieurs milliers de tonnes de médicaments à usage humain ou vétérinaire sont en effet utilisés chaque année dans le monde et rejetés, en nature ou après métabolisation, dans l'environnement. La contamination environnementale par des résidus de médicaments est aujourd'hui clairement démontrée par de nombreuses études de terrain et les rejets médicamenteux constituent un problème environnemental émergent. Des résidus médicamenteux ont été retrouvés dans les eaux superficielles, eaux souterraines, eaux résiduaires, boues de station d'épuration mais aussi dans certains échantillons d'eau de boisson (Thierry M. et al, 2011).

L'eau est la chose la plus nécessaire à l'entretien de la vie. Il n'y a pas de vie sur terre sans eau, elle est une ressource essentielle pour l'humanité, elle est bénéfique pour satisfaire les besoins les plus élémentaires de l'homme, l'eau n'est uniquement pas un bien-être pour l'homme, mais elle est aussi un enjeu économique ou financier important, d'où la nécessité de la présente étude scientifique.

La bonne protection de l'environnement et la gestion de la qualité de l'eau dans les différents écosystèmes aquatiques ont une grande importance car, toutes les industries ne génèrent pas une pollution de même type ni de même importance (Georges. T, 2002).

Eu égard à ce qui précède, nous nous sommes posé deux questions afin de bien conduire notre recherche :

- Les industries de la ville de Kinshasa qui sont installées non loin des cours d'eau et traitent-elles leurs effluents avant de les déverser dans le milieu récepteur ?
- Les effluents de ces industries ont-ils d'impacts sur milieux récepteurs et la santé trophique ?

II. MATERIEL ET METHODES

Pour la réalisation de cette étude, nous nous sommes servis des méthodes d'observation et expérimentale.

Ces effluents étaient constitués des eaux usées provenant des opérations d'extraction des antibiotiques et autres médicaments, des milieux de culture, de façonnage, de lavage des cuves de mélange et autres.

Le matériel biologique a été prélevé dans la rivière Yolo. Nous avons fait la pêche à l'aide d'une épuisette attachée à une tige pour capturer les poissons (*Gambusia affinis*) à distance, l'épuisette (piège) à la forme conique, qui posée dans la trajectoire où passent les poissons après avoir bougé l'eau, les poissons en voulant fuir sont pris au piège; nous avons puisés l'eau claire du milieu dans un récipient (seau de 20 litres) pour conserver les individus tests (*Gambusia affinis*) capturés; à la fin de la pêche, les poissons ont été transportés au laboratoire d'Ecotoxicologie Sécurité Chimique et Biotechnologie Environnementale de la Faculté des Sciences, Département des Sciences de l'Environnement de l'Université de Kinshasa.

III. II.1. ANALYSES

II.1.2. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

En vue d'évaluer la qualité physicochimique des effluents de l'industrie Kim pharma, deux groupes de mesures ont été réalisés, à savoir : in situ et ex situ.

IV. III.1. RESULTATS

III.1.1. Analyses physicochimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques au laboratoire de la REGIDESO de la ville province de Kinshasa au quartier Kingabwa commune de Limete, RD Congo.

Tableau n0 1. Résultats des analyses physicochimiques de l'effluent pharmaceutique Kim pharma.

Paramètres	Méthodes utilisées au laboratoire	Les résultats obtenus après analyses	La norme malgache de rejet industriel (2003)	La norme camerounaise de rejet pharmaceutique (1996)	La norme de l'OMS de rejet industriel de 1972
Température	Potentiométrie	28, 4° C	30° C	30° C	30° C
Conductivité	Potentiométrie	130 µs/ cm	200 µs/cm	-	550 µs/ cm
Ph	Potentiométrie	4,8	6 – 9	6 – 9	6 – 9
Turbidité	Néphélométrie	49,1 NTU	25 NTU	-	25 NTU
Couleur	Colorimétrie	240 HAZEN	20 HAZEN	-	20 HAZEN
Ammonium	Spectrométrie	0,10 mg/l	15,00 mg/l	-	
Nitrite	Spectrométrie	0,04 mg/l	0,2 mg/l	-	10 à 15 mg/l
Nitrate	Spectrométrie	7,92 mg/l	20 mg/l	-	10 à 15 mg/l
Manganèse	Spectrométrie	0,0 mg/l	5,00 mg/l	-	-
Phosphate	Spectrométrie	1,65 mg/l	20 mg/l	-	-
MES	-	420 mg/l,	60 mg/l,	10 mg/l,	30 mg/l,

DCO	Minéralisation et titration volumétrique	240	150	150	125
Matière oxydables	Oxydoréduction	8833	-	-	-
Oxygène dissous		0,16	-	-	8 - 9 mg/l

Source : nos analyses au laboratoire

La valeur moyenne de la température de l'effluent prélevé au point de rejet est de 28,4° C, valeur qui est inférieure à la valeur normative environnementale de rejet des industries pharmaceutiques camerounaise (1996) fixée à 30° C ; la norme malgache (2003) et de l'OMS (1972) des rejets industriels fixée à 30° C. Cette valeur est dans la fourchette des différentes normes citées. Dans ces conditions, le rejet pharmaceutique de Kim pharma ne perturbe pas la qualité de l'environnement récepteur.

La valeur de la conductivité de l'échantillon de Kim pharma est de 130 µS / cm. cette valeur est inférieure par rapport aux valeurs normatives des rejets industriels établie par l'OMS (Op.cit.) qui est de 550 µS/ cm et celle de la norme malgache (Op.cit.) qui est fixée à 200 µS / cm.

La mesure de pH (le potentiel d'hydrogène) ressort qu'au point de rejet, l'effluent à une valeur de 4,8. Cette valeur est dans la fourchette de la norme camerounaise (Op.cit.) fixée à 4 ; alors qu'elle est inférieure aux normes malgache (Op.cit.) et de l'OMS (Op.cit.) des rejets industriels fixée à des valeurs autour de 6 à 9. Ces valeurs seraient responsables de l'acidification de milieu récepteur et pourraient perturber l'équilibre écosystémiques de l'environnement récepteur (aquatique).

La valeur de la turbidité de l'effluent pharmaceutique Kim pharma est de 49,1 NTU. Cette valeur est supérieure aux normes des rejets des effluents industriels malgaches (Op.cit.) et de l'OMS (Op.cit.) fixées à 25 NTU. Cette valeur élevée de l'effluent pharmaceutique pourrait influencer la qualité de milieu aquatique et peut avoir d'autres conséquences pour la vie aquatique (irriter, voire boucher les branchies, altérer le développement des œufs et des larves etc.). Dans cette condition, le mécanisme de la photosynthèse et, par là même, de l'activité chlorophyllienne sont perturbés causant une réduction de la production de phytoplancton la chaîne trophique s'appauvrit ce qui est préjudiciable pour les espèces piscicoles et donc pour les pêcheurs (Elodie, 2014).

La valeur de la couleur de l'effluent de Kim pharma est de 240 HAZEN. Une valeur supérieure à la valeur normative malgache (Op.cit.) et de l'OMS (Op.cit.) fixée à 20 HAZEN. Cette valeur serait due aux intrants utilisés pendant les processus de fabrication des produits pharmaceutiques. Cette situation pourrait être responsable de la morbidité et de la mortalité de la faune et flore aquatique.

La valeur d'ammonium de l'effluent de Kim pharma est de 0,10 mg/l. Une valeur inférieure à la valeur normative malgache (Op.cit.) fixée à 15 mg/l.

L'analyse du paramètre nitrite montre qu'il ya une faible proportion de 0,04 mg/l de nitrite dans les effluents de Kim pharma après lavage des matériels, la valeur est dans la fourchette de la norme malgache (Op.cit.) qui est fixée à une valeur de 0,2 mg/l et pour la norme de l'OMS (Op.cit.) est fixée de 10 à 15 mg/l pour une industrie de rejet des effluents industriels.

Le résultat de nitrate montre qu'il y a une faible proportion de 7,92 mg/l de nitrate dans les effluents de Kim pharma, la valeur trouvée nage dans les normes de rejets industrielles malgaches (Op.cit.)est fixée à 20 mg/l et la norme de l'OMS (Op.cit.) fixée entre 10 et 15 mg/l. Ces valeurs sont autorisées pour les rejets dans l'environnement.

Le résultat du paramètre manganèse montre qu'il est absent dans les effluents de Kim pharma.

La valeur du phosphate de l'effluent Kim pharma est de 1,65 mg/l. Cette valeur est dans la fourchette normative malgache (Op.cit.) qui est fixée à 2, 0mg/l.

La valeur de la matière en suspension de l'effluent pharmaceutique de Kim pharma est de 420 mg/l. Cette valeur est supérieure aux directives normatives de l'OMS (Op.cit.) fixée à 30 mg/l, malgache (Op.cit.) fixée à 60mg/l, et camerounaise (Op.cit) fixée à 10 mg/l et rend toxique l'environnement aquatique (milieu récepteur). Cependant, Serge H. et al (2000) affirment que les matières en suspension peuvent causer une abrasion des branchies et affecter la respiration des poissons. Elles peuvent également, lorsqu'elles se déposent au fond, colmater le lit des cours d'eau, du fleuve, d'une rivière ou lac et priver ainsi d'apport en oxygène aux œufs des poissons.

La valeur de la DCO de l'effluent Kim pharma est de 240 mgO₂/l. Une valeur supérieure aux valeurs normatives camerounaise (Op.cit.) et malgache (Op.cit.) fixées à 150 mgO₂/l et de l'OMS (Op.cit.) fixée à 125 mgO₂/l. L'industrie pharmaceutique Kim pharma utilise les produits chimiques dans la fabrication de médicaments. Cependant, ces effluents sont très chargés en produits toxiques pour l'environnement récepteur.

La lecture de cette analyse indique que la valeur trouvée de l'indice au permanganate est de 8833. Une valeur dépassant (au-dessus de la plage) énormément les valeurs autorisant la faisabilité de la DBO₅ (une valeur limitée de de 4000 pour un DBO mètre).

III.1.2. RESULTATS DES ELEMENTS TRACES METALLIQUES (métaux lourds)

Résultats des analyses physicochimiques des éléments traces métalliques réalisés au laboratoire de géochimie du centre de recherche géologique et minière de Kinshasa.

Tableau n°2. Eléments traces métalliques (métaux lourds)

Éléments analysés	Résultats	La norme camerounaise de rejet pharmaceutique (1996)	La norme malgache de rejets industriels (2003)
Cadmium (Cd)	0,03mg/l	0,1 mg/l	0,2 mg/l
Chrome total (Cr)	1,13mg/l	0,1.....	2.....
Mercuré total (Hg)	1,18mg/l	0,01.....	0,005.....
Plomb (Pb)	2,16mg/l	-	0,2.....

Source : nos analyses au laboratoire

La valeur de Cadmium (Cd) de l'effluent pharmaceutique de Kim pharma est de 0,03 mg/l, Cette valeur est dans la fourchette normative des industries de rejets camerounaise de rejet pharmaceutique (1996) 0,1 mg/l et malgache(2003) fixée à 0,2 mg/l. Bien que cette valeur obéit aux normes de rejet mais elle reste toxique à la vie aquatique après un temps élevé d'exposition aux éléments traces métalliques (la bioaccumulation). Ces résultats affirment ceux de KUSONIKA, N (2017) qui à travailler sur la contribution à l'étude de la toxicité combinée de plomb, Mercure, Cadmium et Aluminium sur l'écosystème de la rivière Matete à Kinshasa.

Chrome (Cr) la valeur l'effluent Kim pharma est de 1,13 mg/l. Cette valeur est une donnée supérieure à la valeur normative camerounaise de rejet pharmaceutique 0,1 mg/l et malgache de rejets industriels 2 mg/l. Cette valeur qui est supérieure à la norme de rejet pharmaceutique et peut conduire à de sérieux problèmes de pollution de l'environnement aquatique.

La valeur du Mercure (Hg) de l'effluent pharmaceutique de Kim pharma est de 1,18 mg/l alors que les valeurs normatives camerounaise de rejet pharmaceutique (0,01 mg/l) malgache et de rejets industriels 0,005 mg/l. Cette valeur est de loin aux valeurs

normatives de rejets pharmaceutiques et pourrait favoriser la toxicité sur la santé de l'écosystème récepteur (vie aquatique). Ainsi, la présence des métaux lourds dans les écosystèmes aquatiques peut produire des effets dévastateurs sur la balance écologique de l'environnement aquatique. En effet, ces éléments chimiques peuvent s'accumuler dans la chaîne alimentaire entraînant ainsi leur bioaccumulation (Honoré Kongo et al, 2018).

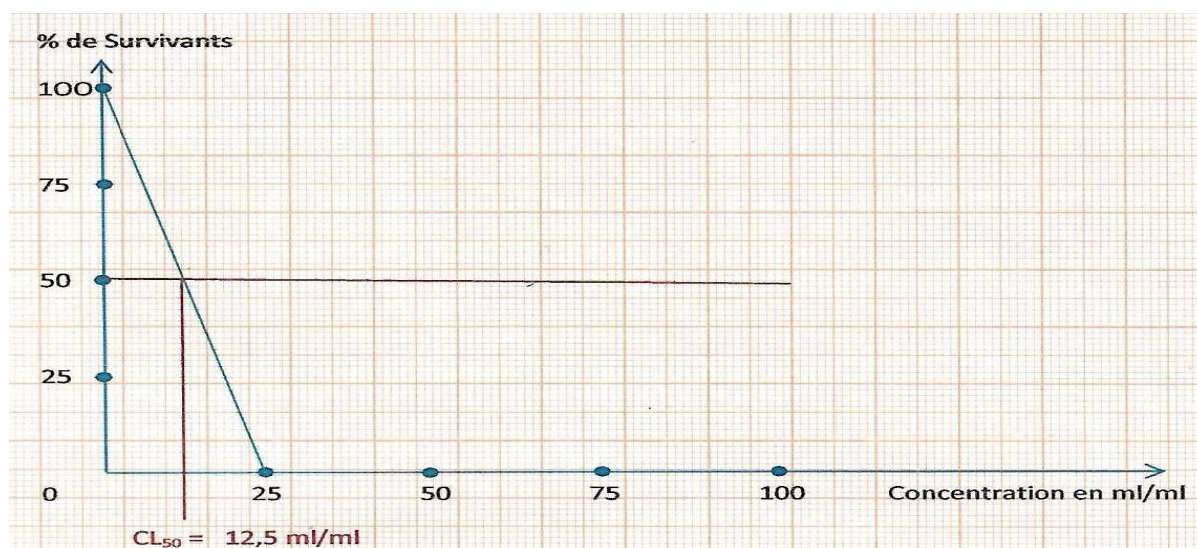
La valeur du Plomb (Pb) de l'effluent pharmaceutique Kim pharma est de 2,16 mg/l. cette valeur supérieure à la norme des rejets industriels malgache fixée à 0,2 mg/l. Cette concentration contribuerait à la menace de la vie aquatique et au phénomène de la bioaccumulation dans la chaîne trophique.

III.1.3. RESULTATS DE TEST ECOTOXICOLOGIQUE

Les résultats des analyses écotoxicologiques (bioessai) réalisées au laboratoire d'Ecotoxicologie, sécurité chimique et Santé des écosystèmes du Département des Sciences de l'Environnement, sont consignés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau n° 3. Nombre et pourcentage de survivant de *Gambusia affinis* dans l'effluent Kim pharma

Concentration d'effluent	Dilution (H ₂ O)	Nombre de morts				Nombre de survivants	% de survivants
		1ere jr	2emjr	3emjr	4emjr		
100 ml	0 ml	2	2	-	-	0	0
75 ml	25 ml	1	3	-	-	0	0
50 ml	50 ml	1	3			0	0
25 ml	75 ml	1	3			0	0
0 ml	100 ml	0	0	0	0	4	100



Cet effluent est toxique à la population de *Gambusia affinis* dans ces concentrations de 100 ml, 75 ml, 50 ml, 25 ml, avec zéro pourcent des survivants observé dans chacune de concentration et avec une concentration létale autour de 12,5ml/ml.

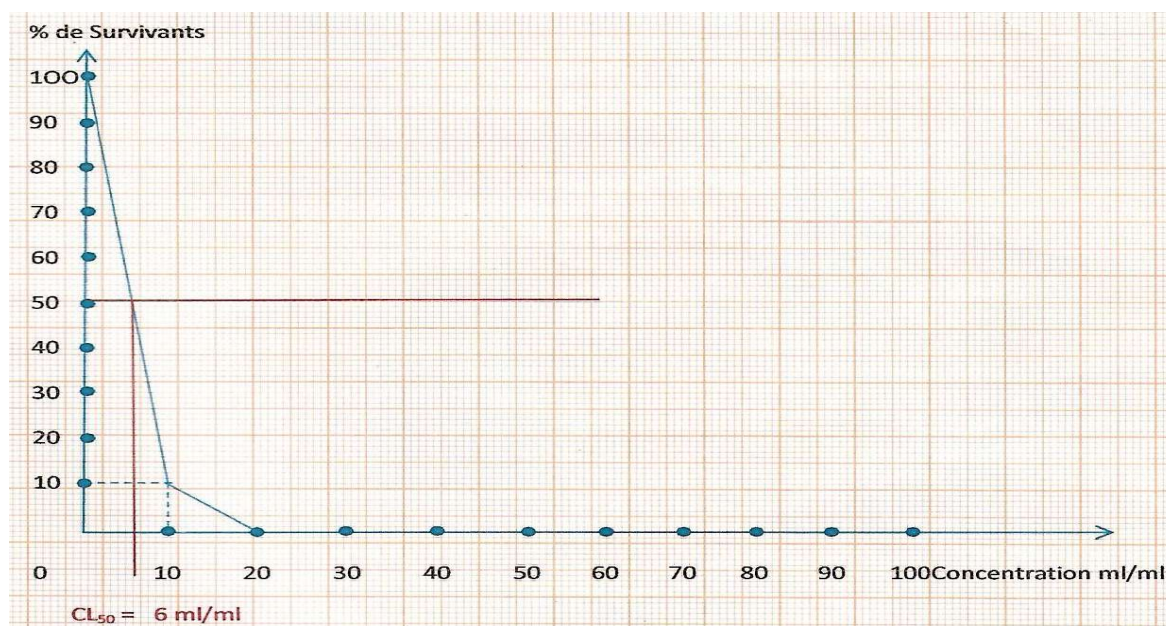
ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme carrés	Degré des de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0	3	0	65535	0.8949	3,490294819
A l'intérieur des groupes	0	12	0			
Total	0	15				

A partir de ce résultat du test d'Anova, nous constatons qu'il n'y a pas une différence significative entre les différentes concentrations de l'effluent de Kim pharma car, le F calculé est supérieur au F tabulaire. D'où l'effluent est très toxique aux individus exposés.

Tableau n°4. Nombre et pourcentage de survivant de *Gambusia affinis* dans l'effluent Kim pharma

Concentration effluent	Dilution (H2O)	Nombre de morts				Nombre de survivant	% survivants
		1ere jr	2emjr	3em jr	4em jr		
100 ml	0 ml	4	-	-	-	0	0
90 ml	10 ml	4	-	-	-	0	0
80 ml	20 ml	4	-	-	-	0	0
70 ml	30 ml	4	-	-	-	0	0
60 ml	40 ml	4	-	-	-	0	0
50 ml	50 ml	1	2	1	-	0	0
40 ml	60 ml	2	1	1	-	0	0
30 ml	70 ml	1	1	1	1	0	0
20 ml	80 ml	-	1	2	1	0	0
10 ml	90 ml	1	0	2	-	1	25
0 ml	100 ml	0	0	0	0	4	100



Cet effluent est toxique aux populations des *Gambusia affinis* dans les concentrations de : 100 ml, 90 ml, 80 ml, 70 ml, 60 ml, 50 ml, 40 ml, 30 ml, 20 ml, 10 ml avec 10 % des survivants à une concentration de 10 ml de l'effluent et avec une Concentration létale autour de 6ml/ml.

Afin de mieux comprendre les effets écotoxicologiques, il est important de connaître le mode d'action des médicaments sur les organismes non ciblés. Les études réalisées chez les mammifères pendant la phase de développement du médicament peuvent être une base pour prédire les effets chez d'autres organismes, bien que ces études ne soient pas suffisantes. En outre, les effets Secondaires chez les humains peuvent avoir des implications majeures pour les organismes Aquatiques non mammifères. Finalement, les résidus de médicaments peuvent aussi manifester des modes d'action différents de ceux pour lesquels ils ont été conçus et conduire à des effets inattendus (Arranz. R, Op.cit).

ANALYSE DE VARIANCE

Source variations	des carrés	Somme des	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	3,6		9	0,4	3,428571429	0,005198	2,210696
A l'intérieur des groupes	3,5		30	0,116666667			
Total	7,1		39				

A partir de ce résultat du test d'Anova, nous constatons qu'il n'y a pas une différence significative entre les différentes concentrations de l'effluent de Kim pharma car, le F calculé est supérieur au F tabulaire. D'où l'effluent est très toxique aux individus exposés.

3. CONCLUSION

Nous voici à la fin de cette étude dont le but était de caractériser la qualité des effluents de l'industrie pharmaceutique Kim pharma, qui sont déversés dans l'environnement sans un prétraitement. Pour ce faire, nous nous sommes servis des méthodes d'observation et expérimentale.

Au regard de cette réflexion, nous avons réalisé que les valeurs du pH (4,8) ; la Turbidité (49,1NTU) ; de MES (420 mg /l) ; Indice au permanganate (8833 mg /l) ; couleur (240 HAWEN) et la valeur de la DCO (240 mg /l) sont élevées par rapport aux normes malgaches(2003), de l'OMS(1972) et camerounaise(1996). Les analyses physico-chimiques réalisées au laboratoire de la REGIDESO/Kingabwa à Limete, RD Congo, révèlent, la morbidité et de la mortalité de la faune et flore aquatique, changer la balance écologique de l'environnement aquatique.

Des analyses des éléments traces métalliques réalisées au laboratoire de Géochimie du Centre de Recherche Géologique et Minière de Kinshasa, relève que les éléments analysés : Cadmium (0,03 mg/l) Chrome (1,13 mg/l), Mercure (1,18 mg/l) et Plomb (2,16 mg/l) les valeurs de Chrome, Mercure et Plomb sont élevées par rapport aux normes malgaches (2003) et camerounaise(1996). Ces éléments qui devraient être en des traces (minimes) mais se retrouvent à une quantité non négligeable qui peut s'accumuler dans le milieu et la vie aquatique et se retrouve sur la table.

Des analyses écotoxicologiques (bioessai) réalisées au laboratoire d'écotoxicologie, sécurité chimique et Santé des écosystèmes du Département des Sciences de l'Environnement, , relève que ces effluents étaient toxique à la population de *Gambusia affinis* dans ces concentrations de 100 ml, 75 ml, 50 ml, 25 ml, et de 100 ml, 90 ml, 80 ml, 70 ml, 60 ml, 50 ml 40 ml, 30 ml 20 ml, 10 ml.

Références

- [1]. ARRANZ RIVERA, E (2012), Evaluation de l'impact environnemental de l'ibuprofène et du diclofénac dans le milieu aquatique, édition Bruxelles
- [2]. ATHANASE KUSONIKA.D, (2017), Contribution à l'étude de la toxicité combinée de Plomb, Mercure, Cadmium, et Aluminium sur l'écosystème de la rivière matete à Kinshasa, 572 p.
- [3]. BENADDA. Bet LAEPSI INSA (2012), État de l'art concernant la mesure des émissions et le traitement des métaux dans les fumées Cas du cadmium, du mercure et du plomb édition Lyon, Page, 225.
- [4]. BOCALY MELISA (2010), Impact des substances pharmaceutiques sur l'eau et le milieu aquatiques, édition paris page 9.
- [5]. BOUGUEBINA ZINEB, (2015), Contribution à l'étude de l'impact des rejets des effluents pharmaceutiques sur un cladocère *Daphnia* édi, Mentouri Constantine, édition algerie
- [6]. CHARCLES, MASSON.C (1989), poisson et aquarium, édition librairie la rousse, p.310.
- [7]. CORVAISIER NOLWENN (2000), Les substances médicamenteuses rejetées dans les eaux urbaines, p 4 (article)
- [8]. ELODIE ROBERT, (2014), Turbidité et risque dans le bassin versant de la Daubégué (Burkina Faso), édition open journal. P15
- [9]. (EVE BRILLANT (1993). Effets de l'intoxication au chlorure de cadmium chez la truite mouchetée, *salvelinus fontinalis*. Edition Québec p 157.
- [10]. Fédéral Ministry for the Environnement, Nature, Conservation Building and Nuclear safety, les produits pharmaceutiques dans l'environnement-perspective à l'échelle mondiale, 2014
- [11]. GARNIER L, (1994) études bibliographique sur les échanges entre l'eau, les matières en suspension et les sédiments des principaux radionucléaires rejetés par le central nucléaire rapport de IRSN.
- [12]. GEORGES THILL, J (2002), L'eau patrimoine mondial commun co-expertise scientifique participative et gouvernance, édition paris, 129 p.

- [13]. HONORE KONGO NZAPO, KOTO-TE-NYIWA NGBOLUA, LANDRY A. BONGEMA, GEDEON N. BONGON, CLEMENT L. INKOTO, ET CLARISSE, MEvaluation de la bioaccumulation de métaux lourds chez *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacepede, 1803), *Mormyrops anguilloides* (Linnaeus, 1758) et *Coptodon rendalli* (Boulenger, 1897) , Nolwenn article 2018.
- [14]. KIFUANI, (2013). Note de cours de chimie générale G1 Environnement.
- [15]. Normes de l’OMS de rejet industriel de 1972
- [16]. Normes environnementales et procédure d’inspection des industries et commerciales au Cameroun s’effectue dans le cadre législatif défini dans la loi n° 96/12 du 05 aout 1996 portant loi-cadre relatif à la gestion de l’environnement et complet par diverses lois sectorielles régissant l’activité industrielle et commerciale.
- [17]. P .2015
- [18]. P.H.RAVEN et MARC PASCALE, COLACEAUN, HANCOCK, (2008). Environnement, 6ème Edition Américaine, par 687p.
- [19]. Rapport annuel de la commune de Limité, 1999 : <https://fr.wikipedia.org/wiki/limité>.
- [20]. 28. RAVEN L, HENRI TUDOR, EAWAG GLASGOW, (2008).Les résidus pharmaceutiques dans le système aquatique – un défi pour l’avenir, édition Université de Limoges
- [21]. 29. République de Madagascar ministère de l’environnement décret n 2003 //464 du 15/04/003 portant classification des eaux de surface et réglementation de rejet des effluents liquide
- [22]. 30. SERGE HEBERT et STEPHANE LEGARE (2000), Suivis de la qualité de l’eau des rivières et petits cours d’eau, édition Québec.
- [23]. 32. THIERRY MOREAU, D (2011), Impact des médicaments sur l’environnement : état de lieu, évaluation des risques et communication, édition paris.
- [24]. 33. Thierry TANGO TABOU, Chimie de l’environnement pollutions et nuisances ; édit. Presse Universitaire de Kinshasa 2016 ; 139p