



Journal Homepage: [-www.journalijar.com](http://www.journalijar.com)

## INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

DOI:10.21474/IJAR01/11831

DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/11831>



### RESEARCH ARTICLE

#### NIVEAU DE CONTAMINATION D'UNE EAU DE SURFACE PAR LES PRODUITS PHYTOSANITAIRES: CAS DE LA RETENUE D'EAU DU BASSIN VERSANT DE LA LOBO (CENTRE- OUEST DE LA CÔTE D'IVOIRE)

Diarra Moussa<sup>1</sup>, Léonce David Kouadio<sup>1</sup>, Soro Donafologo Baba<sup>2</sup>, Roland N'Guettia Kossonou<sup>3</sup>, Bini Kouamé Doungui<sup>1</sup>, Dibi Brou<sup>1</sup>, Mamadou Kone<sup>2</sup>, Ardjouma Dembélé<sup>3</sup> and Karim Sory Traore<sup>2,3</sup>

1. Laboratoire des sciences et technologies de l'environnement, Université Jean Lorougnon GUEDE, BP: 150 Daloa.
2. Laboratoire des sciences de l'environnement, UFR des Sciences et gestion de l'environnement, Université Nangui ABROGOUA, 02 B.P 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.
3. Laboratoire central d'agrochimie et d'écotoxicologie, LANADA, 04 BP 612 Abidjan 04.

#### Manuscript Info

##### Manuscript History

Received: 05 August 2020

Final Accepted: 10 September 2020

Published: October 2020

##### Key words:-

Contamination, Phytosanitary Products,  
Lobo, Daloa

#### Abstract

The Lobo is the source of drinking water for SODECI in the department of Daloa. The strong agricultural activity around it can lead to the dissipation of phytosanitary products into the environment. However, the transfer of pesticide residues from agricultural plots to this aquatic environment is little studied or even non-existent. The objective of this work is to determine the state of contamination of the Lobo River by phytosanitary products. The HPLC assays were carried out on water samples taken at the exit of the agricultural plots (upstream) and in the Lobo (downstream). These analyzes revealed the presence of residues of pesticides such as glyphosate, mancozeb 2,4-D and lambda-cyhalothrin at various concentrations. Indeed, at the exit of the agricultural plots (upstream) and in the Lobo (downstream), the average concentrations detected were respectively 0.89 µg / L to 0.35 µg / L for glyphosate, 0.81 µg / L at 0.38 µg / L for mancozeb, 0.5 µg / L at 0.39 µg / L for 2,4-D, and 0.06 µg / L at 0.02 µg / L for lambda-cyhalothrin. However, these values are higher than the international standard (WHO) which is 0.1 µg / L at the exit of the plantations and in the waters of the Lobo except the values of 2,4-D.

Copy Right, IJAR, 2020,. All rights reserved.

#### Introduction:-

La production massive et l'usage généralisé des produits chimiques en agriculture notamment les produits phytosanitaires dans les pays agricoles, ont rendu possible l'accroissement des rendements des cultures (Gbénonchi, 2008). Dans les régions agricoles spécialisées dans les cultures du café, du cacao, de l'hévéa, du riz, de l'igname et de la banane, d'importantes quantités de pesticides sont utilisées (MINAGRIERB, 2015; Amadou, 2013 Agneroh, 2012 ;). Aussi, après traitement des cultures, les pulvérisateurs et les fonds de cuves sont nettoyés et les eaux de lavage sont directement déversées dans l'environnement (Diarra, 2013; Kouakou, 2014). Comme conséquence, ces produits très toxiques se retrouvent dans les différents milieu naturels (air, sol et eau). Des études antérieures ont montré la présence de résidus de pesticides dans les denrées alimentaires, les eaux et même dans le lait maternel (Schiavon & als., 1995

**Corresponding Author:- Diarra Moussa**

Address:- Laboratoire des sciences et technologies de l'environnement, Université Jean Lorougnon GUEDE, BP: 150 Daloa.

; Okonkwo et al., 1999 ; Traoré et al., 2006 ; Afssa, 2008). La Côte d'Ivoire, pays agricole, n'échappe pas à cette réalité puisque les terres cultivables étaient estimées à 21 millions d'hectares, soit 65 % de la superficie totale du pays (Diarra, 2013) avec une utilisation d'environ 6000 tonnes de produits phytosanitaires chaque année (Fleischer et al., 1998).

Cependant, en plus de leurs effets bénéfiques dans la défense des cultures et la protection des récoltes, ces pesticides sont aujourd'hui à l'origine d'une pollution diffuse qui contamine tous les compartiments de l'environnement notamment l'écosystème aquatique (Diarra, 2013), car l'utilisation de ces derniers se fait sans aucune réglementation mettant en danger le milieu naturel. Par ailleurs, l'alimentation en eau des populations de Daloa et la plupart des villages qui lui sont rattachés dépend des retenues d'eaux issues des eaux de surface dont la « Lobo » l'un des plus importants du système lacustre dont bénéficie la ville. A cela s'ajoutent les activités agricoles pratiquées à proximité de ces eaux sans toutefois ignorer les activités halieutiques qui occupant une frange de la population active.

En outre, ces retenues d'eaux qui avaient autrefois des potentialités certaines de croissance à cause de leurs fonctions génératrices d'emplois et de revenus sont devenues sujettes aujourd'hui à des pollutions. L'absence quasi-totale des activités halieutiques due à la disparition de certaines espèces de poissons constituent une interpellation à prendre très au sérieux; et surtout avec les épisodes de « poisons morts » constatés dans les lacs Kaby et Ehuikro dans le département de Bongouanou (Côte d'Ivoire) Durant ces dernières années (AIP, 2015). Cette situation laisse penser à une éventuelle pollution du système lacustre puisque des activités anthropiques agricoles se font à proximité de cette retenue d'eaux. C'est au regard de cette inquiétude que nous avons initiée cette étude dont l'objectif général est de déterminer l'état de contamination de la rivière Lobo par les produits phytosanitaires utilisés dans les parcelles agricoles environnantes. Cette étude consiste à déterminer qualitativement et quantitativement dans cette retenue d'eau les résidus de pesticides utilisés dans les parcelles agricoles aux alentours de cette eau de surface.

## Matériel et méthodes:-

### Zone d'étude : La Lobo

Située à Daloa, au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, précisément entre 6°2 et 7°55 de Longitude Ouest et 6° et 6°55 de Latitude Nord, la rivière Lobo, est l'un des principaux affluents en rive gauche du fleuve Sassandra. Elle couvre une superficie d'environ 12722 km<sup>2</sup> et parcourt 355 km (Yao, 2015). La Lobo est au cœur d'une zone agricole où l'on trouve une grande partie des plantations (cacao, café, Hévéa, Anacarde ...) et les cultures vivrières. Cette branche fluviale, en partie couverte de fleurs d'eau résultent d'une concentration importante de cyanobactéries pouvant atteindre 75,103 cellules par mL Grogga et al. (2017). Dans cette zone, les planteurs utilisent la plupart du temps les cours d'eaux ou les retenues d'eaux comme lieu de préparation des bouillies de pesticides et de rinçage des pulvérisateurs.

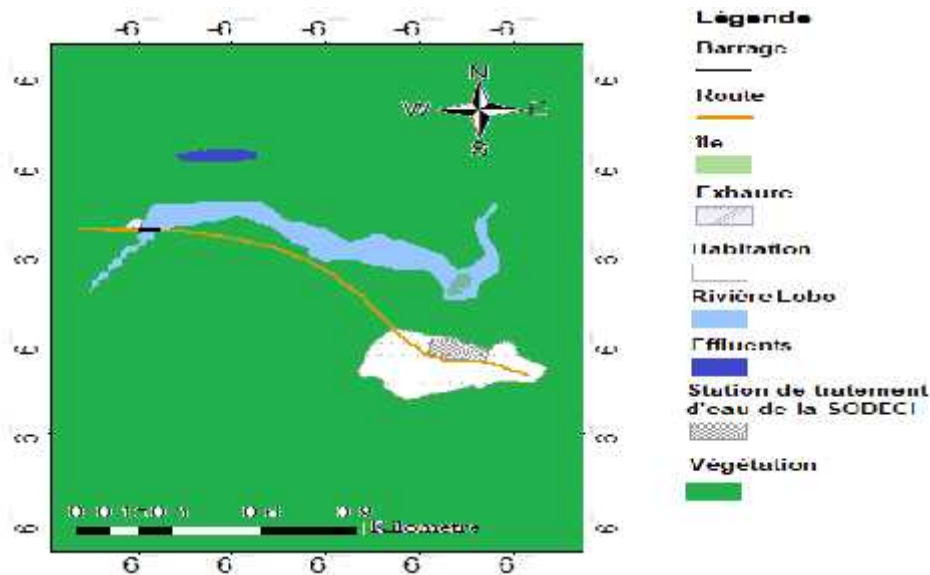
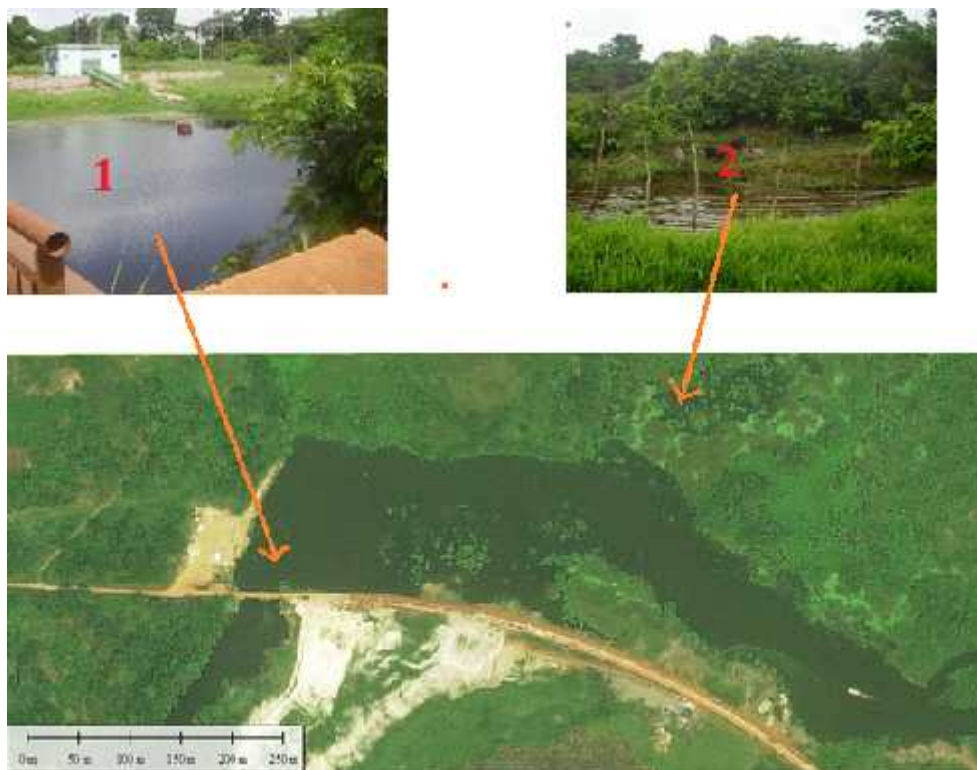


Figure 1:- Présentation du site de prélèvement.

**Site d'échantillonnage:**

Deux sites d'échantillonnage ont été retenus; l'un, le plan d'eau de la rivière Lobo situé à 6,951° de latitude Nord et 6,609° de longitude Ouest, et l'autre, les effluents à la sortie des parcelles agricoles situés à 6,954 ° de latitude Nord et 9,604° de longitude Ouest (Figure: 2). Le choix de cette rivière a été motivé par la forte présence de planteurs et de maraichers en raison de la disponibilité de l'eau en cette période sèche de l'année. Sur chaque site 4 points de prélèvements ont été retenus.

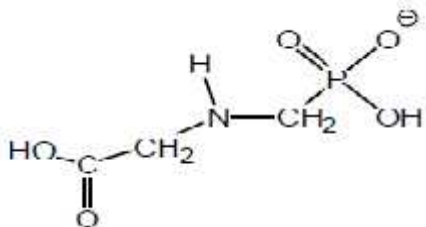


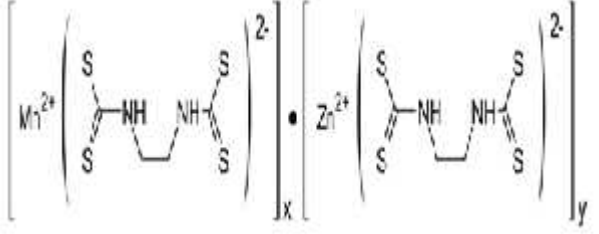
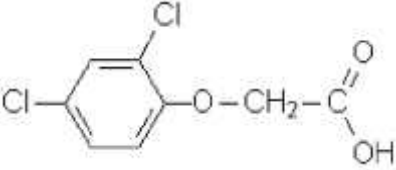
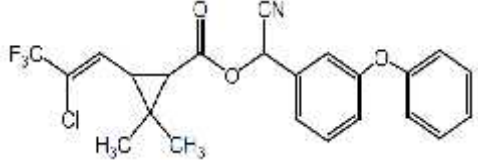
**Figure 2:-** Sites d'échantillonnage (1: la Lobo;2: les effluents à la sortie des plantations).

**Molécules recherchées :**

Dans ce travail, le matériel biologique recherché concerne les herbicides (glyphosate, 2,4-D Mancozèbe et Lambda-cyhalothrine). Le tableau I présente la structure et les propriétés physico-chimiques de ces molécules.

**Tableau I:-** Structure et propriétés physico-chimiques des molécules recherchées.

Molécules	Propriétés physico-chimiques
<b>Glyphosate</b> N-(phosphonomethyl) glycine 	Formule : C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> NO <sub>5</sub> P
	Masse Molaire (g/mol): 169,07
	Solubilité dans l'eau (mg/L) : 12 000 à 25°C
	log koct-eau: 0,0006 à 0,0017
	Pression de vapeur (mPa): 0,000001 à 25°C
	koc cm <sup>3</sup> /g: 16,5
<b>Mancozèbe</b>	Formule : (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> MnN <sub>2</sub> S <sub>4</sub> ) x (Zn) y
	Masse Molaire (g/mol): 221,0384
	Solubilité dans l'eau (mg/L) : 677
	log koct-eau: 2,81
	Pression de vapeur (mPa): 0,000001
	koc cm <sup>3</sup> /g: 20

 <p>l'éthylène-bis-dithiocarbamate de manganèse et de zinc</p>	
<p><b>2,4-D</b></p>  <p>2,4-dichlorophénoxyacétique</p>	<p>Formule : C<sub>8</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  Masse Molaire (g/mol): 271,3  Solubilité dans l'eau (mg/L) : 6,2 à 20 °C  log koct-eau: 1,33 à 20° C  Pression de vapeur (mPa): 0,013 à 25°C  koc cm<sup>3</sup>/g</p>
<p><b>Lambda-cyhalothrine</b></p>  <p>Cyclopropane carboxylate de 3-(2-chloro-3, 3,3-trifluoro-1-propényle) -2,2-diméthyl-cyano (3-phénoxyphényl) méthyle</p>	<p>Formule : C<sub>23</sub>H<sub>19</sub>ClF<sub>3</sub>NO<sub>3</sub>  Masse Molaire (g/mol): 499,9  Solubilité dans l'eau (mg/L) :0,005  log koct-eau: 7 à 20°C  Pression de vapeur (mPa): 2x10<sup>-4</sup>  koc cm<sup>3</sup>/g: 70 000 à 72 400</p>

#### Méthodes d'échantillonnage :

#### Périodicité d'échantillonnage :

Le choix d'un prélèvement journalier pendant trois campagnes a été admis comme le meilleur compromis entre une cadence de prélèvement fine et un nombre d'échantillons réalistes, à la fois en terme opérationnel pour le traitement au laboratoire et en terme de coût analytique. Les campagnes d'échantillonnage ont été réalisées durant les mois de février, mars et avril.

A chaque campagne, 24 échantillons composites ont été prélevés dont 12 échantillons composites dans la matinée à la sortie des plantations (en amont) et 12 échantillons composites dans l'après-midi à l'exhaure (en aval). Soit au total 72 échantillons dont 36 échantillons en amont (effluent à la sortie des plantations relié à la rivière « Lobo ») et 36 à la station de pompage d'eau brute de la SODECI (l'exhaure) en aval.

#### Prélèvements des échantillons d'eau:

Les échantillons d'eau sont collectés avec un échantillonneur en verre et transférés dans des bouteilles teinté d'un litre, avec un bouchon à vis muni d'un joint téflonné. Ces échantillons sont conservés dans la glace (0°C) pendant leur transport et ensuite conservés à 4°C au réfrigérateur jusqu'à leur analyse. Toutes ces étapes de prélèvement, de conservation, de préparation et de conditionnement de la colonne d'extraction jusqu'au dosage en CLHP ont été faites selon la méthode normée EPA Méthode 532 (US-EPA, 2000).

#### Méthodes d'analyses:

Les méthodes chromatographiques permettant l'identification et la quantification des pesticides dans les différents prélèvements d'eau ont été employées. En tenant compte du coût de revenu des différentes analyses, la méthode de recherche multi résidus a été adoptée pour le dosage de ces pesticides. Ainsi, le protocole d'analyse qui comprend le prétraitement des échantillons et le dosage en CLHP a été utilisé. Il s'agit de la méthode par SPE en liquide haute performance (HPL) avec une détection UV sur RP-C18 (cartouche).

**Prétraitements des échantillons d'eau pour l'analyse des échantillons :**

Les échantillons d'eau prélevés (500 mL) ont été filtrés sur filtres Whatman, GF/F, 0,7 $\mu$ m. Ensuite chaque échantillon filtré a subi une extraction et une pré-concentration sur phase solide (SPE) de type RP-C18 (cartouche). Le but de cette technique est d'obtenir une meilleure purification et une concentration efficace des herbicides contenus dans les échantillons d'eau avant l'analyse CLHP. Cette phase de prétraitement est composée de plusieurs étapes détaillées ci-dessous. Les solvants organiques de qualité analytique pour CLHP et l'eau ultrapure ont été utilisés.

**Filtration :**

L'échantillon brut est filtré sous filtre Whatman GF/F, 47 mm de diamètre, 0,7 $\mu$ m, en fibres de verre, afin d'éliminer la phase particulaire.

**Conditionnement des cartouches d'extraction :**

le conditionnement a permis de préparer l'adsorbant (phase stationnaire) à la percolation de l'échantillon. C'est l'étape qui permet l'activation de l'adsorbant. Elle a été faite avec le méthanol. La cartouche utilisée est une RP-C18 en mode "phase inverse".

**Extraction proprement dite :**

Il s'est agi de faire passer à travers la cartouche, la solution contenant les molécules recherchées avec un débit d'environ 2mL/min. Après le passage de la totalité de l'échantillon sur la cartouche SPE, celle-ci est rincée à l'EUP. Ensuite, le réservoir est détaché et on fait passer pendant 15 min un courant d'air pour sécher la cartouche.

**Elution :**

Elle a permis la désorption des pesticides fixés sur la phase stationnaire de la cartouche, en faisant passer, par gravité 3 mL de méthanol. Nous avons pris une faible quantité de méthanol afin d'obtenir un facteur de pré-concentration très important. La solution est recueillie goutte à goutte. Cette opération a été reprise une seconde fois avec environ 2 mL de méthanol, puis une troisième fois avec environ 1 mL.

**Concentration :**

Elle a consisté à évaporer le solvant d'élution dans un bain d'eau chaude (environ 40°C) sous flux d'azote doux. Le résidu sec obtenu est dissout à nouveau dans 500  $\mu$ L ou 1 mL de solution de méthanol afin de le placer dans les conditions initiales de la phase mobile à la CLHP. L'extrait dilué dans le méthanol est filtré sur du filtre 0,45  $\mu$ m puis est transféré dans un Vial (petite ampoule) à l'aide d'une seringue de 1 mL pour analyse. Le pH en silice greffée est de 2 à 7,5.

**Méthodes d'analyses instrumentales :**

L'analyse a été réalisée avec un chromatographe liquide « WATERS » équipé d'un dégazeur, d'une pompe à quatre solvants « WATERS 600 E », d'un passeur/préparateur/injecteur automatique d'échantillons « WATERS 717 », et d'un détecteur UV-visible à barrettes de diodes « WATERS 996 ». L'enregistrement et le post-traitement des résultats ont été effectués sur un ordinateur équipé du logiciel de traitement « HPLC solution », sous environnement Windows. La séparation des pesticides a été réalisée par chromatographie de partage à polarité de phase inversée avec pour phase stationnaire une colonne SHIMADZU RX -C18 de type Shim-Pack (4,6 x 150 mm, 3,5 $\mu$ m) remplie de microbilles de silice greffée n-alkylée de 3 $\mu$ m de diamètre (Bischoff Chromatography). Une pré-colonne (10 x 4,6 mm) remplie avec la même phase absorbante C18, a été installée avant la colonne analytique pour la protéger d'un éventuel colmatage. La phase mobile était composée essentiellement de solvants polaires, le méthanol (ou l'acétonitrile), solvants certifiés pour analyses CLHP. Le temps d'analyse a été de 80 minutes par échantillon. Le volume d'échantillon injecté était de 80 $\mu$ L et le débit de la pompe, de 0,7 mL/min.

**Détection :**

La détection a été réalisée grâce à un détecteur UV multicanaux. Le maximum d'adsorption se situant vers 240 nm, les solutés qui entrent dans le détecteur ont été soumis à un rayonnement UV (de 190 à 360 nm).

**Étalonnage, limites de détection et de quantification :**

Avec le CLHP utilisé et les méthodes choisies, la limite de quantification est de 0,02  $\mu$ g/L pour la plupart des molécules recherchées, ce qui est suffisamment bas pour notre étude. Chaque valeur supérieure à ce seuil est donc parfaitement quantifiable avec une précision de l'ordre de 0,005  $\mu$ g/L.

**Résultatset Discussion:-**

Le tableau II présente les concentrations moyennes mensuelles des molécules détectées et quantifiées au niveau des deux sites.

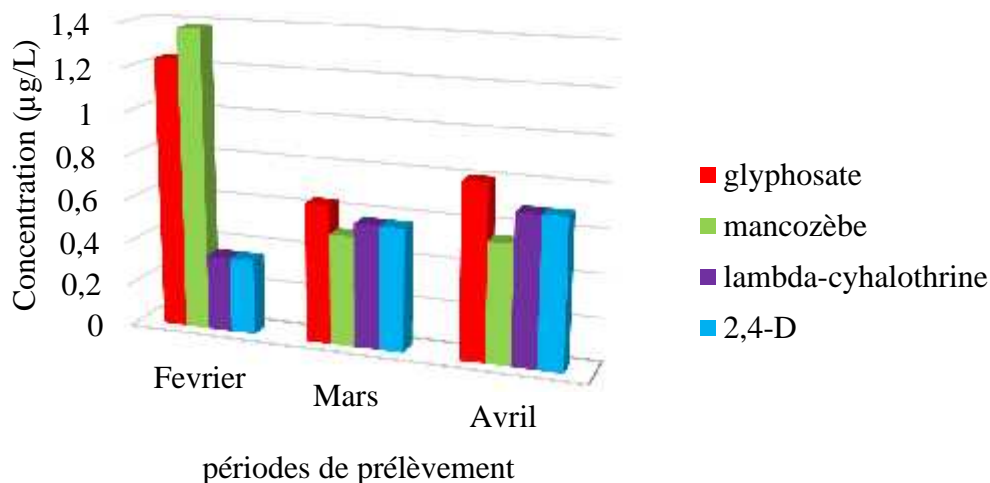
**Tableau II:-** Périodicité et niveau de la contamination des eaux de surfaces par les résidus de pesticides recherchés.

Périodicités	Glyphosate (µg/L)		Mancozèbe (µg/L)		Lambda-cyhalothrine (µg/L)		2,4-D (µg/L)	
	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
Février	1,240	0,719	1,380	0,823	0,350	0,835	0,123	0,025
Mars	0,640	0,213	0,510	0,217	0,570	0,223	0,030	0,015
Avril	0,804	0,112	0,550	0,113	0,690	0,107	0,040	0,022
Moyenne	<b>0,895</b>	<b>0,348</b>	<b>0,813</b>	<b>0,384</b>	<b>0,537</b>	<b>0,388</b>	<b>0,064</b>	<b>0,021</b>
Ecart-Type	0,310	0,325	0,491	0,383	0,172	0,391	0,051	0,005

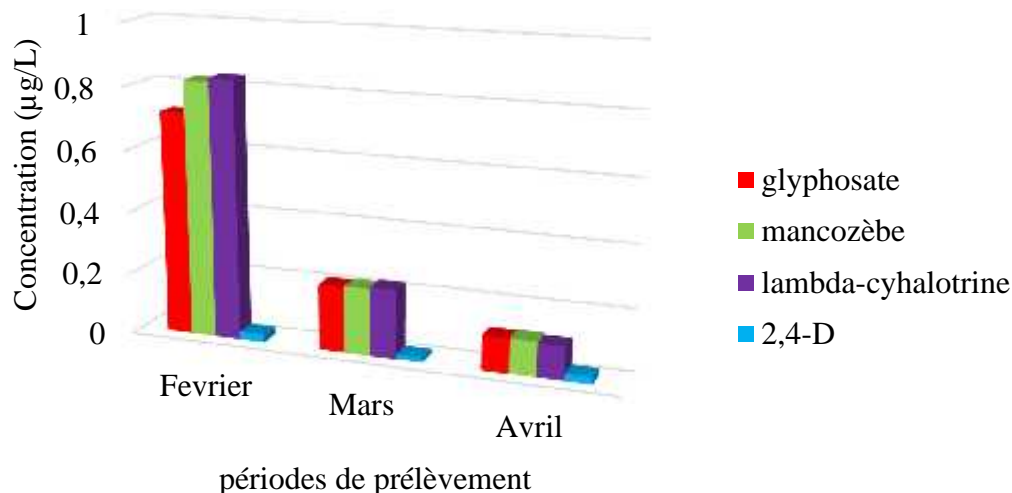
Il ressort de ce tableau une contamination superficielle de ces eaux par les produits phytosanitaires. En effet, les analyses des échantillons d'eaux prélevées sur les deux sites étudiés ont révélé la présence de ces quatre résidus de pesticides (le glyphosate, le mancozèbe, la lambda-cyhalothrine et le 2,4-D) à des concentrations élevées. La présence quasi permanente du glyphosate, du mancozèbe, du 2,4-D et de la lambda-cyhalothrine à des concentrations moyennes respectives 0,348 µg/L ; 0,384 µg/L ; 0,021 µg/L et 0,39 µg/L pourrait s'expliquer par le fait que ces périodes coïncident avec celles du traitement des plantations en utilisant les produits phytosanitaires. Une étude similaire réalisée par Giroux (2010) dans le ruisseau Gibeault-Delisle (Canada) a révélé la présence de ces mêmes molécules en dehors du mancozèbe. Toutefois, ils ont montré la présence de l'ETU, principal produit de décomposition du mancozèbe. Aussi, est-il important de noter que le glyphosate a été le pesticide le plus détecté (avec une concentration moyenne élevée (0,89 µg/L) en amont à la sortie des plantations, suivi du mancozèbe (0,81 µg/L) puis de la lambda-cyhalothrine (0,54 µg/L) et enfin du 2,4-D (0,006 µg/L) (Giroux&Fortin, 2010).

Quant à la présence des pesticides en aval dans l'eau de surface de la Lobo, le glyphosate, le mancozèbe, la lambda-cyhalothrine et le 2,4-D présentent des concentrations respectives de (0,35µg/L), (0,38µg/L), (0,39µg/L) et (0,02µg/L). Toutefois, le 2,4-D présente la concentration la plus faible.

Les figures 3 et 4 présentent respectivement les résidus des pesticides mensuels en amont (à la sortie des plantations) et en aval (dans la Lobo).



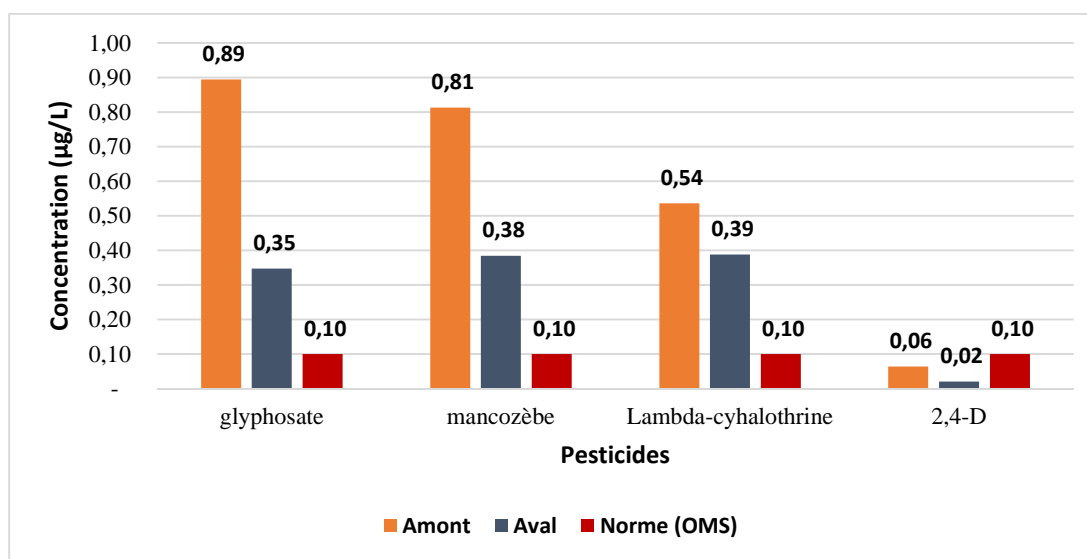
**Figure 3:-** Concentration des résidus des échantillons d'eaux à la sortie des plantations (en Amont).



**Figure 4:-** Concentration des résidus des de pesticides dans la retenue d'eau (en Aval).

Il ressort de ces deux figures (3 et 4) que quelles que soient les périodes de prélèvement, les concentrations des pesticides ont été les plus élevées à la sortie des plantations (en amont) que dans les eaux de la retenue de la Lobo (en aval). La présence de ces pesticides dans la retenue d'eau de la Lobo montre la capacité des molécules étudiées à être mobilisées et à contaminer les cours d'eaux. Cette étude confirme le transfert de ces molécules appliquées dans les zones agricoles (plantations et maraichères) lors des traitements vers les cours d'eaux et la contamination de ceux-ci. Cette situation de transfert des pesticides vers les cours d'eaux a été observé également par plusieurs auteurs (Tapsoba et al, 2006 ; Lazartigues, 2010 ; Adingra et al, 2011 ; Fauvelle, 2012 ; Congo, 2013).

Par ailleurs, la figure 5 présente la comparaison des concentrations moyennes (µg/L) des échantillons de chaque pesticide détecté avec la norme internationale (OMS, 2011).



**Figure 5:-** Concentrations moyennes (µg/L) des échantillons de chaque pesticide détecté avec la norme internationale (OMS, 2011).

Il ressort de cette figure 5 que les molécules recherchées prises individuellement ont une concentration supérieure aux normes internationales à la sortie des plantations et dans les eaux de la Lobo (OMS, 2011) excepté le 2,4-D qui a une concentration (0,02 µg/L) inférieure à la valeur maximale autorisée (0,1 µg/L).

Cependant, ces concentrations moyennes obtenues sont acceptables comparées à celles des lagunes Aghien (72,43 µg/L) et Pouto (163,43 µg/L) (Traoré et al. 2015). Car la forte concentration en des polluants dans les lagunes Aghien et Pouto pourrait mettre en péril la vie des organismes vivant y compris celle de l'homme (Houenou, 1996 cité par Gnago, 2010).

### Conclusion:-

Notre étude réalisée de manière ponctuelle ne permet pas d'appréhender de manière exhaustive tous les pics de pollution. Toutefois, elle a mis en évidence des sujets de préoccupation au regard des pesticides présents à la sortie des plantations et dans les eaux de la retenue (Lobo). En effet, pendant les mois de février, mars et avril il est fréquent de trouver en moyenne des concentrations élevées des échantillons de pesticides si l'on tient compte du fait qu'en milieu rural ivoirien, la majorité des ressources en eaux fait appel aux eaux brutes superficielles. La situation apparaît très préoccupante au regard des exigences des limites de qualité pour les eaux de consommation qui fixent les limites de qualité à 0,1µg/L pour chaque substance et 0,5µg/L pour l'ensemble des pesticides. Une sensibilisation des agriculteurs sur les risques environnementaux liés aux produits phytosanitaires permettrait le choix des matières actives idéales et le respect des étiquettes. Ceux-ci sont d'ailleurs déterminants pour une utilisation rationnelle de ces produits. Outre le travail d'identification des produits phytosanitaires, des pratiques culturales telles que les levées de terre en ligne et le labour pourront réduire le ruissellement et favoriser l'infiltration. De même, des pièges-fosses, des cultures pièges et l'application localisée des produits phytosanitaires permettront de réduire la contamination de la rivière Lobo.

### Référencebibliographique:-

1. Adingra A. A., Kouassi A.M. (2011). Pollution en lagune Ebriétés impacts sur l'environnement et les populations riveraines. F. Tech. & Doc. Vulg. : 48-53
2. Afssa. (2008). Avis de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments relatif à l'interprétation des résultats d'analyses du plan de surveillance des contaminants chimiques 2007, notamment la recherche de mercure dans les lamproies et les différentes espèces de Sélaciens. Afssa Saisine n° 2008-SA-0309
3. AIP (Agence Ivoirienne de Presse). (2015). [www.Koffi.net/Koffi/rechercheMultiple/a/5pollu](http://www.Koffi.net/Koffi/rechercheMultiple/a/5pollu)
4. Agneroh A. R. (2012). African cocoa initiative Evaluation des services de fourniture d'intrants agricoles des zones cacaoyères. Rapport final, 67p.
5. Amadou D. (2013). Diagnostic des pratiques d'utilisation et quantification des pesticides dans la zone des Niayes de Dakar (Sénégal). Autre. Université du Littoral Côte d'Opale, 2013. Français, 190 p.
6. Ann L. (2012). Méthodes de lutte à la contamination des eaux de surface en Montérégie par les pesticides agricoles. Essai de Maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke (Québec, Canada), 114 p.
7. Congo K. A. (2013). Risques sanitaires associés à l'utilisation de pesticides autour de petites Retenues: Cas du barrage de Loumbila. Mémoire de Master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, option: Eau et Assainissement, Institut International d'Ingénierie (Ouagadougou, Burkina Faso), 57 p.
8. Dembélé A. (2013). Etude d'identification des besoins en renforcement des capacités des Etatsmembres de la CEDEAO en matière d'homologation des pesticides: Cas Spécifique de la Côte d'Ivoire. 129p
9. Diarra M. (2013). Traitement par voie phytochimique des effluents phytosanitaires issus du rinçage des fonds de cuve et des pulvérisateurs: Cas de la prométryne, la simazine, la terbutryne et de la terbuthylazine. Thèse de doctorat, UFR Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 111 p.
10. Fauvelle V. (2012). Evaluation de la contamination en pesticides des tributaires du Bassin d'Arcachon et développement d'un échantillonneur passif spécifique des herbicides Anioniques. Thèse de doctorat, Ecole Doctorale des Sciences Chimiques, Université de Bordeaux 1 (Bordeaux, France), 257p.
11. Fleischer G., Coulibaly M., Andoli V., Randolph T. (1998). Analyse socio-économique de la filière des pesticides en Côte d'Ivoire. Série de publication N°06 F du projet de politique des pesticides, Hanovre/ Abidjan, 112p.
12. Gbénonchi M. (2008). Bilan environnemental de l'utilisation de pesticides organochlorés dans les cultures de coton, café et cacao au Togo et recherche d'alternatives par l'évaluation du pouvoir insecticide d'extraits de plantes locales contre le scolyte du café (*Hypothenemus hampei* Ferrari). 332p.
13. Giroux I., Fortin J. (2010). Pesticides dans l'eau de surface d'une zone maraîchère –Ruisseau Gibeault-Delisle dans les « terres noires » du bassin versant de la rivière Châteauguay de 2005 à 2007, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement et Université Laval, Département des sols et de génie agroalimentaire, 978-2-550- 59088- 0 (PDF), 28p.



14. Gnago A. J., Danho M., Agneroh A.T., Fofana K. I., Kohou G. A. (2010). Efficacité des extraits de neem (*Azadirachta indica*) et de papayer (*Carica papaya*) dans la lutte contre les insectes ravageurs du gombo (*Abelmoschus esculentus*) et du chou (*Brassica oleracea*) en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4(4), <http://ajol.info/index.php/ijbcs>, pp: 953-966.
15. Grora N., Akedrin T.N., Komoé K., Thiebga K., Akafou D.S., Ouattara A. (2017). Distribution spatio-saisonnière des cyanobactéries le long du cours d'eaux, la Lobo Haut Sassandra (Daloa, Côte d'Ivoire). *Tropicalicultura*, 35, 4, pp : 288-299.
16. Kouakou K. (2014). Réhabilitation des effluents phytosanitaires issus du rinçage des pulvérisateurs: Cas de quatre molécules de la famille des urées substituées (le chlortoluron, l'isoproturon, le linuron et le métobromuron). Thèse de doctorat, UFR Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 108 p.
17. Lazartigues A. (2010). Pesticides et polyculture d'étang, de l'épandage sur le bassin versant aux résidus dans la chair de poisson. Thèse de doctorat, UR Animal et Fonctionnalités des Produits Animaux, Institut National Polytechnique de Lorraine (Lorraine, France), 191 p.
18. MINAGRIERB (Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage de la République du Burundi). (2015). Plan de lutte intégré antiparasitaire. Projet d'appui pour la compétitivité de la filière du café, Burundi, 31p.
19. Okonkwo J.O, Kampita L., Chingakule D.D. (1999). Organochlorine insecticide residues in human milk: A study of lactating mothers in Siphofaneni, Swaziland. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 63, pp: 243-247.
20. OMS (Organisation Mondiale de la Santé). (2011). Guidelines for Drinking-water Quality. World Health Organization, Fourth Edition; Genève, Suisse, 541p.
21. Schiavon M., Perrin-ganier C., Portal J.M. (1995). La pollution de l'eau par les produits phytosanitaires: état et origine - *Agronomie*, 15, pp: 157-170.
22. Tapsoba K.H., Yvonne L. Bonzi C. L. Y. (2006). Production cotonnière et pollution des eaux par les pesticides au Burkina Faso. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.* 21, pp: 87-93.
23. Traoré A., Ahoussi k. E., Aka N., Traoré A., Soro N. (2015). Niveau de contamination par les pesticides des eaux des lagunes Aghien et Pouto (sud-est de la Côte d'Ivoire). *Int. J. Pure App. Biosci.* 3 (4), pp: 312-322.
24. Traoré K.S., Mamadou K., Dembélé A., Lafrance P., Mazellier P., Houenou P. (2006). Contamination de l'eau souterraine par les pesticides en régions agricoles en Côte d'Ivoire. *J. Afr. Sc. de l'Env.*, Numéro 1, pp: 1-9.
25. US-EPA, (2000). Office of Ground Water and Drinking Water; Method 532, Revision 1.0. 47p.
26. Yao A. B. (2015). Evaluation des potentialités en eau du bassin versant de la Lobo en vue d'une gestion rationnelle (centre-ouest de la côte d'ivoire). Thèse de doctorat, Option: Géosciences et Environnement, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 193p.