



Journal of Applied Biosciences 161: 16652 - 16662
ISSN 1997-5902

Caractérisation d'un environnement hydrologique influencé par l'usage des pesticides en agriculture en Côte d'Ivoire : cas du bassin versant de la rivière Mé.

AHOUSSEI Kouassi Ernest^{1*}, SEKA Apie Marie Paule¹, TRAORE Abou¹

¹Laboratoire des Sciences du Sol, de l'Eau et des Géomatériaux (LSSEG), UFR des Sciences de la terre et des ressources Minières, UFHB Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire

*Auteur correspondant, E-mail : akoussiernest@gmail.com

Submitted on 20th July 2020. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 31st May 2021
<https://doi.org/10.35759/JABs.161.9>

RESUME

Objectif: Cette étude a été conduite afin d'évaluer l'impact de l'utilisation des produits phytosanitaires sur la qualité des eaux de la rivière Mé.

Méthodologie et résultats : Une campagne d'échantillonnage a été réalisée du 20 au 27 août 2019 et 21 échantillons d'eau ont été prélevés. Dans cette étude le pH, la température, la salinité et la conductivité électrique de l'eau ont été mesurés in situ à l'aide d'un pH-mètre WTW pH 3310 SET2 et d'un conductimètre WTW Cond 3110 SET 1, 2CA101.

Les échantillons d'eau ont été analysés au laboratoire à l'aide d'une chaîne à chromatographie en phase liquide à haute performance de type SHIMADZU pour la détermination des pesticides. L'étude des paramètres physico-chimiques a montré que le pH moyen est de 6,97, la température moyenne est 25,35°C, la conductivité électrique est de 226,45 µS/cm, la salinité est 0,03 mg/L et le potentiel d'oxydo-réduction est de -3,28 mV. L'analyse des pesticides a mis en évidence la présence de 13 molécules dont 5 insecticides, 7 herbicides et un (1) fongicide. La moyenne des insecticides est de 0,12 µg/l, celle des herbicides de 0,16 µg/l et la moyenne des fongicides de 0,16 µg/l.

Conclusion et application des résultats : Les moyennes des substances actives sont supérieures à la norme du Conseil de l'Union Européenne qui est de 0,1 µg/l. L'eau de ce cours d'eau doit faire l'objet un traitement incluant les pesticides avant son usage pour une alimentation en eau potable. Par ailleurs un suivi environnemental semestriel régulier du cours d'eau doit être fait afin de réduire les risques environnementaux et sanitaires.

Mots clés : Pesticides, pratiques agricoles, qualité des eaux, Rivière Mé, Côte d'Ivoire.

Characterization of a hydrological environment influenced by the use of pesticides in agriculture in Côte d'Ivoire: case of the river Mé watershed.

ABSTRACT

Objective: This study was conducted to assess the impact of the use of plant protection products on the water quality of the Mé River.

Methodology and results: A sampling campaign was conducted and 21 water samples were collected. During this study, the pH, temperature, salinity and electrical conductivity of surface water were measured in situ. The water samples were analyzed in the laboratory using a high-performance SHIMADZU liquid chromatography chain for the determination of pesticides. The study physical-chemical parameters showed that the average pH is 6.97 the average temperature is 25.35°C, the electrical conductivity is 226.45 $\mu\text{S}/\text{cm}$. pesticide analysis revealed the presence of 13 molecules including 5 insecticides, 7 herbicides and one fungicide. The average insecticide is 0.12 $\mu\text{g}/\text{l}$, the herbicide average is 0.16 $\mu\text{g}/\text{l}$ and the fungicide average are 0.16 $\mu\text{g}/\text{l}$.

Conclusion and application results: These active substances are higher than the Council of the European Union standard of 0.1 g/l. the use of this water for a drinking water supply in the city of Abidjan must be subject to environmental monitoring to reduce health risks.

Keywords: Pesticides, farming practices, water quality, Mé River, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

L'eau, élément essentiel dans la vie des êtres vivants est considérée, selon Honegger *et al.* (2011), comme une richesse inépuisable que chacun peut s'approprier et exploiter. Cependant, l'eau potable devient une denrée de plus en plus rare. Plusieurs pénuries d'eau en qualité et en quantité se font de plus en plus signalées dans le monde. En Afrique, deux (2) personnes sur cinq (5) n'ont pas accès à une source d'eau potable (OMS, 2015). En Côte d'Ivoire l'accès à l'eau potable est un défi permanent pour le gouvernement. C'est pourquoi le projet d'alimentation en eau de la ville d'Abidjan par la rivière Mé a été mis en place. Dans les environs immédiats de cette rivière sont observées de nombreuses plantations d'hévéa, de cacaoyer et de palmier à huile. Celles-ci cohabitent avec des petites plantations de cultures vivrières telles que la banane et le manioc. Les agriculteurs font face à la présence des champignons et des ravageurs et qui détruisent leur culture et entraîne une baisse de leur revenu. Ceux-ci pour accroître leur rendement font usage de produits phytosanitaires tels que les insecticides, les herbicides et les fongicides afin de limiter les

dégâts (Kanda *et al.*, 2013 ; Mondédji *et al.*, 2015 ; Yarou *et al.*, 2017). Ces produits peuvent avoir un effet négatif sur l'environnement, sur la qualité des produits agricoles et sur la santé des populations liés à leurs utilisations (Yarou *et al.* 2017). Plusieurs auteurs ont détecté des résidus de substances actives de ces pesticides dans les eaux de surface situées à proximité des cultures (Traoré *et al.*, 2006 ; Soro *et al.*, 2019 ; Traoré *et al.*, 2015) supérieures aux valeurs guides du CUE. Il est donc important de s'interroger sur l'état de la qualité des eaux de la rivière Mé. L'objectif de cette étude est de connaître l'impact des produits phytosanitaires sur la qualité des eaux de la rivière Mé et de ses affluents.

Présentation de la zone d'étude : La rivière Mé est localisée au Sud de la Côte d'Ivoire (Figure 1) précisément dans la région de la Mé. Elle draine un bassin versant d'une superficie de 4 140 km^2 . Située entre les latitudes 5°30 et 6°20 Nord et les longitudes 3°30 et 4°10 Ouest, la région de la Mé est soumise au régime équatorial de transition qui est caractérisée par deux (2) saisons de pluie et deux (2) saisons

sèches, avec une végétation constituée de forêt dense. La population est estimée selon le RGPH (2014) à 514 700 habitants. L'agriculture est l'une des occupations principales des populations avec comme cultures, l'hévéa, le manioc, la banane, le palmier à huile et le cacaoyer. Le réseau hydrographique de la zone d'étude montre que le cours d'eau principal est d'orientation Nord-Sud et long de 140 Km. Il reçoit les eaux de ses

principaux affluents : le Mafou et le Massan. Ce cours d'eau et ses affluents se déversent dans le système lagunaire Aghien-Potou. Le bassin versant de la Mé est constitué de plusieurs formations géologiques. Les formations du socle sont constituées de schistes, de gneiss à biotite, de granodiorite à biotite et de métagranite. Les formations sédimentaires sont composées de sables, d'argiles et du grès ferrugineux (Soro, 1987).

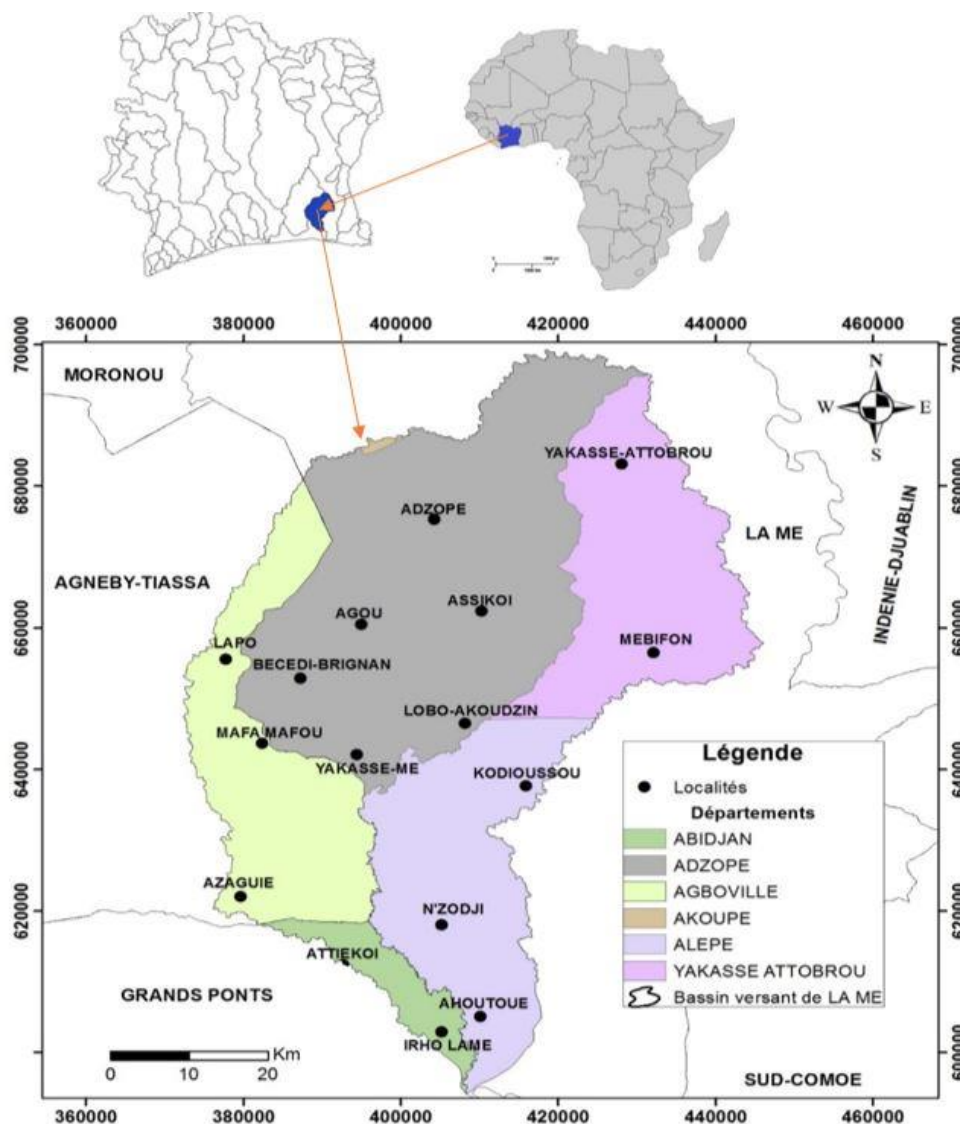


Figure 1 : Localisation du bassin versant de la Mé (Delors et al., 1992) modifié

MATERIELS ET METHODES

Matériels et Données : Le matériel utilisé est constitué du matériel de terrain, du matériel de laboratoire et du matériel informatique. Le matériel de terrain est constitué d'un GPS garmin 60csx, des bouteilles en polyéthylène, d'acide sulfurique. Pour la mesure in situ des paramètres physiques des eaux un pH-mètre de type WTW pH 3310 SET2 a été utilisé pour la mesure du pH et un conductimètre de marque WTW Cond 3110 SET 1, 2CA101 pour la conductivité électrique. Le matériel de laboratoire d'une chaîne à chromatographie en phase liquide à haute performance de type SHIMADZU et le matériel informatique constitué essentiellement de logiciels. Les données utilisées sont des données cartographiques, des données d'analyse physico-chimiques et des données de pesticides.

Méthodes

Méthode d'échantillonnage : Une campagne d'échantillonnage s'est effectuée du 20 au 27 août 2019. Vingt et un (21) échantillons d'eaux de surface ont été prélevés (Figure 2). Le choix de ces points a été guidé par la prédominance des cultures dans la zone d'étude. Les eaux prélevées ont été mis dans des bouteilles en polyéthylène de capacité 500 millilitres (ml) préalablement rincés avec de l'eau à prélever. Deux (2) échantillons d'eau ont été prélevés : un dans lequel cinq (5) gouttes de (HNO_3) ont été ajoutées pour stabiliser les molécules recherchées et un autre destiné à l'analyse du glyphosate. La mesure des paramètres physico-chimiques s'est faite in situ et les paramètres mesurés sont le pH, la température, la conductivité électrique, la salinité et le potentiel d'oxydo-réduction.

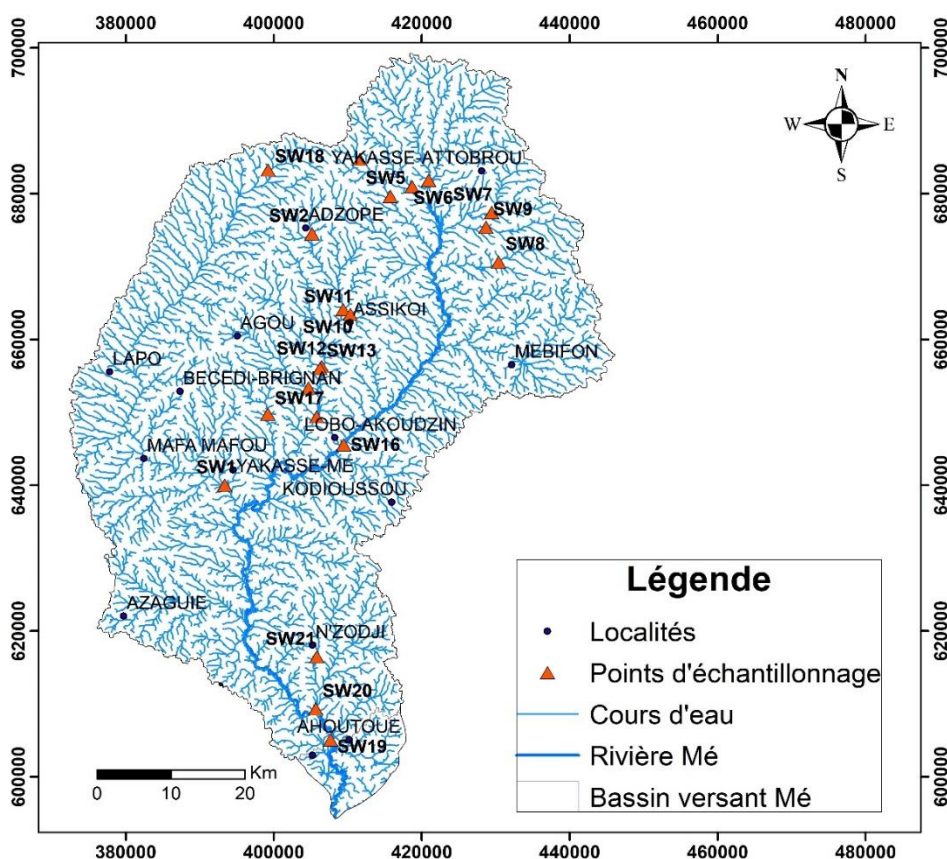


Figure 2 : Carte d'échantillonnage du bassin versant de la Mé

Méthode d'analyse : Les échantillons ont été analysés à l'aide d'une chaîne de chromatographie en phase liquide à haute performance de type SHIMADZU. Cette chaîne est constituée d'un réservoir TRAY,

d'un dégazeur DGU-20A5, d'un échantillonneur automatique SIL-20A, d'une pompe LC-20AT, d'un four de type CTO-20A, d'un détecteur UV/VIS SPD-20A ont été utilisés pour la quantification des pesticides.

RESULTATS

Étude des paramètres physico-chimiques :

La température mesurée dans les eaux de surface de la rivière Mé est comprise entre 24 et 28,8°C avec une moyenne de 25,35°C (Tableau 1). Le pH varie entre 5,6 et 7,55 avec une moyenne de 6,97, la conductivité électrique est comprise entre 63,6 et 844

µS/cm avec une moyenne est de 226,45 µS/cm, le potentiel redox varie entre -34,7 mV et 83,6 mV avec une moyenne de -3,28 mV. La valeur minimale de la salinité est de 0 sur plusieurs sites et la valeur maximale est de 0,4 sur le site d'Adzopé-Ville avec une moyenne de 0,03 pour un écart-type de 0,09.

Tableau 1 : Statistiques des paramètres physico-chimiques des eaux

Variables	Min	Max	Écart-type	Moyenne	Norme du JORF (2017)
Température (°C)	24	28,8	1,2	25,35	≤25°C
pH	5,6	7,55	0,47	6,97	6,5<pH<8,5
CE (µS/cm)	63,6	844	166,31	226,45	<1100
Eh (mV)	-34,7	83,6	27,03	-3,28	
Salinité (mg/L)	0	0,4	0,09	0,03	

Concentration des substances actives : Des dix-huit (18) molécules recherchées dans les eaux de la Mé, treize (13) ont été détectées dont cinq (5) insecticides, sept (7) herbicides et un (1) fongicide. Ces substances actives sont classées par cinq (5) familles chimiques : les organophosphorés, les organochlorés, les urées, les thiazines et les dicarboximibes. La famille des Organophosphorés (Tableau 2) : la concentration du parathion-méthyl dans la rivière Mé et ses affluents a une moyenne de 0,08 µg/l. Celle du chlorfenvinphos a une valeur moyenne est de 0,12 µg/l. Les concentrations du parathion-ethyl ont une valeur une moyenne de 0,22 µg/l. La teneur moyenne du diméthoate est estimée à 0,08

µg/l. La concentration du chlorpyriphos-ethyl est de 0,09 µg/l. La valeur moyenne du glyphosate est de 0,01 µg/l. La famille des Organochlorés (Tableau 3) : les concentrations moyennes du metolachlore et du metazachlore sont respectivement de 0,36 µg/l et 0,11 µg/l. Les familles des urées, des triazines et des dicarboximibes sont représentées dans le tableau 4. La famille des Urées substitués : le diuron a une concentration moyenne de 0,07 µg/l. La famille des Triazines : les concentrations moyennes, du prometryn, du terbutryn et de l'atrazine sont respectivement, 0,16 µg/l, 0,19 µg/l et 0,25 µg/l. La famille des Dicarboximibes : la concentration moyenne du vinclozolin est 0,1 µg/l.

Tableau 2 : Paramètres statistiques des organophosphorés

LOCALITES	ORGANOPHOSPHORES					
	Par-meth	Chlor	Para-eth	Dim	Chlor-eth	Gly
Yakasse-Mé	0.00	0.22	0.98	0.00	0.00	0.00
Adzope-Ville	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Moape	0.78	0.45	0.57	0.00	0.00	0.04
Yakasse-Attobrou	0.23	0.33	0.46	0.10	0.92	0.00
Ahokoi	0.43	0.13	0.22	0.02	0.00	0.04
Ahuikoi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kong 2	0.08	0.90	0.72	1.09	0.00	0.00
Bieby	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.04
Kong 1	0.00	0.04	0.55	0.08	0.34	0.00
Assikoi 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Assikoi 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apiadji 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apiadji 2	0.00	0.14	0.09	0.00	0.00	0.00
Lobo Hope 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lobo Hope 2	0.00	0.04	0.00	0.34	0.00	0.07
Lobo Akoudzin	0.09	0.04	0.02	0.00	0.35	0.00
Abie	0.04	0.19	0.22	0.03	0.00	0.00
Cremone	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kongofon	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00
Bangakoi	0.00	0.04	0.00	0.00	0.30	0.05
N'zodji	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Moyenne	0.08	0.12	0.22	0.08	0.09	0.01
Minimum	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum	0.78	0.90	0.98	1.09	0.92	0.07
Écart-type	0.19	0.22	0.31	0.24	0.22	0.02

Parathion-methyl (Par-meth), Chlorfenvinphos (Chlor), Paration-ethyl (Para-eth), Dimethoate (Dim), Chlorpyriphos-ethyl (Chlor-eth), Glyphosate (Gly)

Tableau 3 : statistiques des organochlorés

LOCALITES	ORGANOCHLORES	
	Métolachlore	Métazachlore
YAKASSE-ME	0,30	0,09
ADZOPE-VILLE	0,00	0,05
MOAPE	0,50	0,06
YAKASSE-ATTOBROU	0,07	0,03
AHOKOI	0,73	0,00
AHUIKOI	0,00	0,00
KONG 2	2,43	0,32
BIEBY	0,66	0,42
KONG 1	1,54	0,00
ASSIKOI 1	0,00	0,00
ASSIKOI 2	0,00	0,00
APIADJI 1	0,00	0,00

APIADJI 2	0,66	0,75
LOBO HOPE 1	0,00	0,15
LOBO HOPE 2	0,00	0,07
LOBO AKOUDZIN	0,08	0,03
ABIE	0,23	0,00
CREMONE	0,00	0,00
KONGOFON	0,00	0,42
BANGAKOI	0,35	0,00
N'ZODJI	0,00	0,00
Moyenne	0,36	0,11
Minimum	0,00	0,00
Maximum	2,43	0,75
Écart-type	0,61	0,20

Tableau 4 : statistiques des urées, triazines et dicarboximibes

	URES	TRIAZINES			DICARBOXIMIBES
LOCALITES	Diuron	Prometryn	Terbutryn	Atrazine	Vinclozolin
YAKASSE-ME	0,00	0,00	0,52	0,07	0,78
ADZOPE-VILLE	0,05	0,00	0,00	0,65	0,00
MOAPE	0,02	0,94	0,43	0,94	0,93
YAKASSE- ATTOBROU	0,09	0,04	0,82	0,21	0,42
AHOKOI	0,00	0,13	0,19	0,02	0,36
AHUIKOI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KONG 2	0,03	0,00	0,66	0,52	0,00
BIEBY	0,35	0,00	0,27	0,39	0,00
KONG 1	0,28	0,36	0,53	0,00	0,00
ASSIKOI 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ASSIKOI 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
APIADJI 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
APIADJI 2	0,00	0,00	0,27	0,32	0,00
LOBO HOPE 1	0,06	0,00	0,00	0,87	0,00
LOBO HOPE 2	0,02	0,94	0,00	0,90	0,00
LOBO AKOUDZIN	0,08	0,07	0,18	0,33	0,42
ABIE	0,00	0,42	0,02	0,07	0,36
CREMONE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KONGOFON	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
BANGAKOI	0,37	0,41	0,00	0,00	0,00
N'ZODJI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Moyenne	0,07	0,16	0,19	0,25	0,16
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maximum	0,37	0,94	0,82	0,94	0,93
Écart-type	0,12	0,30	0,26	0,33	0,28

Ces substances actives sont classées par cibles : les insecticides, les herbicides et les fongicides. La moyenne des insecticides est de

0,12µg/l, celle des herbicides de 0,16µg/l et la moyenne des fongicides est de 0,16µg/l.

DISCUSSION

La moyenne de la température qui est 25,35°C est due au refroidissement des eaux. Selon Keuméan *et al* (2013), lors des événements pluvieux il y a refroidissement des eaux jusqu'à atteindre les températures les plus basses. La moyenne du pH des eaux est de 6,97. Cette valeur montre que les eaux de la rivière Mé légèrement acides. En zone forestière, l'acidité du pH des sols est due à la décomposition de la matière organique suivie d'une production du CO₂ dans les couches superficielles du sol (Matini *et al.*, 2009). Les eaux acquièrent leur acidité lors du lessivage des sols par les eaux de ruissellement. Les eaux de la rivière Mé sont faiblement minéralisées, à l'exception des eaux échantillonnées dans la zone urbaine du cours d'eau qui présentent une forte minéralisation (844 µS/cm). Celle-ci est due à la collecte des eaux usées par la rivière lors de la traversée de la zone fortement urbanisée du bassin versant. Les analyses réalisées sur les échantillons d'eaux ont révélé la présence des résidus de produits phytosanitaires dont 13 substances actives classées en cinq (5) familles chimiques. Chacune de ses familles contiennent trois (3) groupes de pesticides dont les insecticides, les herbicides et les fongicides. La moyenne des insecticides est de 0,12 µg/l celles des herbicides est de 0,16 µg/l et les fongicides 0,16 µg/l. L'ensemble des moyennes des familles des pesticides est de 0,15 µg/l. Cette concentration montre que les produits phytosanitaires, après application, sont transportés par les eaux de ruissellement et déposés dans le lit de la rivière Mé. La forte concentration des herbicides et des fongicides (0,16 µg/l) est due à l'abondance dans la zone d'étude des cultures d'hévéa, de cacao et de palmier à huile mais également à cause de la récurrence du désherbage dans les cultures. La

proximité des parcelles avec les points d'eau constitue un risque majeur de contamination. En effet, lors des événements pluvieux, d'importantes quantités de résidus de produits phytosanitaires sont entraînées par ruissellement vers les milieux environnants (Gomgnimbou *et al.*, 2009). Le même constat a été fait par le MINEEF (2006) où les enquêtes ont montré la présence de résidus des produits phytosanitaires dans les eaux de surface situées à proximité des cultures. Plusieurs substances comme l'atrazine, le glyphosate qui sont interdites par l'Union Européenne et le Vietnam en raison de leur toxicité et de leur écotoxicité, sont homologués et utilisés en Côte d'Ivoire. La présence des substances toxiques met en évidence une utilisation frauduleuse des pesticides en Côte d'Ivoire (Traoré *et al.*, 2015). Cette utilisation frauduleuse a un impact négatif sur la santé humaine et sur les ressources en eau. Selon Son *et al.* (2017), la plupart des producteurs rencontrés ont rapportés avoir ressenti après utilisation des pesticides, des effets du traitement des cultures sur leur santé. Ce sont entre autres des irritations de la peau, des bouffées de chaleur, des écoulements du nez, des céphalées, une toux. Selon Bereswill *et al.* (2012), l'utilisation des pesticides réduisent la faune et la flore dans les eaux de surface. En effet ces produits chimiques peuvent être à l'origine de la disparition de certaines espèces animales et/ou végétales et par conséquent, entraîner le dysfonctionnement de la chaîne trophique (Gold, 2002). Les pesticides ont un impact sur la faune aquatique. C'est ce que montre Pazou *et al.* (2006) dans l'étude faite sur le fleuve Ouémé au Bénin. En effet, des résidus de pesticides ont été trouvés dans différentes espèces de poisson dans ce fleuve. Selon Soro *et al.* (2019), certains emballages

vides des pesticides sont jetés (soit 82% des enquêtés) dans les environs du site de production et se retrouvent dans les zones

CONCLUSION

La rivière Mé, choisie par les autorités compétentes pour l'approvisionnement en eau potable (AEP) de la ville d'Abidjan est située dans une zone agricole dans laquelle les produits phytosanitaires y sont fortement utilisés. Des études menées ont permis de déterminer l'impact des pesticides sur la qualité des eaux de cette rivière et de ses affluents. Les paramètres physico-chimiques déterminés dans les eaux du bassin versant de la Mé sont caractérisés par une température moyenne de 25,35°C. Le pH de ces eaux est acide, avec une valeur moyenne de 6,97. La conductivité varie entre 63,6 à 844 µs/cm, avec une moyenne de 226,45 µs/cm. L'analyse des substances actives dans les eaux de la rivière Mé a mis en évidence trois groupes de

marécageuses. Cela constitue un danger pour l'environnement.

pesticides. Il s'agit notamment des insecticides, des herbicides et des fongicides. Les concentrations mesurées pour chacune de ces substances sont supérieures à la valeur guide de 0,10 µg/l. Cette étude montre que les eaux de la rivière Mé subissent une contamination liée à l'utilisation des produits phytosanitaires en agriculture. Cependant, la moyenne des substances détectées dans la rivière Mé (0,15 µg/l) inférieure à la valeur guide du CUE (0,5 µg/l) respecte donc les normes des eaux brutes destinées à la consommation humaine. Les eaux de la rivière Mé nécessitent un traitement préalable avant leur utilisation pour l'approvisionnement en eau potable des populations du bassin versant.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les responsables du Laboratoire des sciences du Sol, de l'Eau et des

Géomatériaux d'avoir permis la réalisation de cette étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bereswill, R., Golla, B., Streloke, M. & Schulz, R. (2012). Entry and toxicity of organic pesticides and copper in vineyard streams: Erosion rills jeopardise the efficiency of riparian buffer strips. *Agricult. Ecosyst. Env.*, pp. 8180-8192.
- Gold C. 2002. Étude des effets de la pollution métallique (Cd/Zn) sur la structure des communautés de diatomées périphtiques des cours d'eau. Approches expérimentales in situ et en laboratoire. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I, 175p.
- Gomgnimbou A.P.K., Savadogo P.W., Niango A.J., Milogo-Rasolodimby J. (2009). Usage des intrants chimiques dans un agrosystème tropical : diagnostic du risque de pollution environnementale dans la région cotonnière de l'est du Burkina Faso. *Biotechnol Agron Soc Environ* 13. pp. 499-507.
- Honegger A. Ettabary S (2011). La "gestion durable des ressources en eau" dans le bassin du Rhône, de la théorie à la pratique. UMR / CNRS 5600 EVS) pour Géoconfluences, pp. 10-30.
- Journal Officiel De La République Française (2007). Limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux conditionnées. Ministère de la Santé et des Solidarités. Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine

- mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique, 9 p
- Kanda M., Djaneye-Boundou G., Wala K., Gnandi K., Batawila K., Sami A. Et Akpagana K. (2013). Application des pesticides en agriculture maraichère au Togo. *Vertigo*, 13(1), 4-8. <https://doi.org/10.4000/vertigo.13456>
- Keumean K. J. N (2013). Hydrogéochimie des métaux lourds et fonctionnement d'un grau dans le golfe de guinée : cas de l'embouchure du fleuve Comoé a grand-Bassam (sud-est de la cote d'ivoire). Thèse de l'Université de Cocody, 201p
- Matini L., Moutou J. M., Kongo-Mantono M. S. (2009). Évaluation hydrochimique des eaux souterraines en milieu urbain au Sud-Ouest de Brazzaville, Congo. *Afrique Science* 05(1) pp. 82-98. DOI : 10.12691/ajwr-7-1-1
- Mineef (2006). Plan national de mise en œuvre de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants. Rapport, 157 p.
- Mondedji A.D., Nyamador W ; S., Amevoin K., Adeoti R., Abbevi Abbey G., Koffivi Ketoh G., Glitho I.A. (2015). Analyse de quelques aspects du système de production légumière et perception des producteurs de l'utilisation d'extraits botaniques dans la gestion des insectes ravageurs des cultures maraichères au Sud du Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9(1), 98- 107. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i1.10>
- Organisation Mondiale De La Sante (2015). Media Centre factsheet No 391 Drinking water. Disponible sur : <http://www.who.int/news-room/factsheets/detail/drinking-water>. Consulté le 06/11/2019.
- Pazou E., Laleye P., Boko M., Van Gestel C., Ahissou H. Et Akpona S. 2006. Contamination of fish by organochlorine pesticide residues in the Ouémé river catchment in the Republic of Bénin. *Environment International*, pp. 5890-5949. <https://doi.org/10.1016/j.envit.2006.01.003>
- Recensement General De Poppulation Et De L'habitat. (2014). Rapport du d'exécution et présentation des principaux résultats, pp. 1-49.
- Schiavon M., Perrin-Ganier C., Et Portal J.M. (1995). La pollution de l'eau par les produits phytosanitaires : état et origine. *Agronomie*, 15, pp. 53-61.
- Son D., Somda I., Legreve A., Schiffers B., (2017). Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. *EDP Sciences* 2017, pp. 1-6. DOI : 10.1051/cagri/2017010
- Soro G., Wahabi S.A., Adjiri O.A., Soro N. (2019). Risques sanitaires et environnementaux liés à l'usage des produits phytosanitaires dans l'horticulture à Azaguié (Sud Côte d'Ivoire), *Journal of Applied Biosciences*, pp. 6-19. <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v138i1.7>
- Soro N. (1987). Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique du sud-est de la Cote d'Ivoire : bassin versant de la Mé, 203p.
- Traore S. K., Kone M., Dembele A., Lafrance P., Mazellier P., Houenou P. (2006). Contamination de l'eau souterraine par les pesticides en régions agricoles en Côte d'Ivoire (centre, sud et sud-ouest). *Journal Africain des Sciences de l'Environnement*, vol. 1, pp. 1-9.
- Traore A. Ahoussi K.E., Aka N., Traore A., Soro N. 2015. Niveau de contamination par les pesticides des eaux des lagunes Aghien et Potou (Sud-est de la Côte

- d'Ivoire). *Int J. Pure App. Biosci.* 3(4), pp.312-322.
- Traore A. (2016). Impact des changements climatiques et du changement de l'occupation et de l'utilisation du sol sur les ressources en eau de l'environnement lagunaire d'Aghien et de Potou (sud-est de la Côte d'Ivoire), 248p.
- Vioget P., Strawczynski A. (2005). Pesticides dans les cours d'eaux vaudois en 2002, 2003 et 2004. Service des eaux, des sols et de l'assainissement du département de la sécurité et de l'environnement de Lausanne en suisse, pp. 8-21.
- Yarou B.B., Silvie P., Assogba-Komlan.F. Mensah A., Alabi T., Verheggen F, Francis F. (2017). Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 21(4), pp. 288-304.