

## ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES EAUX DE LA RIVIÈRE MÉ PAR L'UTILISATION DES PESTICIDES DANS LES PRATIQUES AGRICOLES

**Kouassi Ernest AHOUSI\***, Apie Marie Paule SEKA  
et Abou TRAORE

*Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, UFR des Sciences de la Terre  
et des Ressources Minières, Laboratoire des Sciences du Sol, de l'Eau et des  
Géomatériaux, 22 BP 582 Abidjan, Abidjan, Côte d'Ivoire*

(reçu le 18 Mai 2022; accepté le 30 Juin 2022)

\* Correspondance, e-mail : [akouassiernest@gmail.com](mailto:akouassiernest@gmail.com)

### RÉSUMÉ

La rivière Mé constitue une réserve d'eau naturelle qui occupe une place importante dans le plan stratégique d'approvisionnement en eau potable de la ville d'Abidjan. Située dans une zone agricole, les agriculteurs y utilisent les produits phytosanitaires susceptibles de nuire à la qualité de cette rivière. L'objectif de cette étude est de connaître le niveau de contamination de la rivière Mé par les pesticides. À cet effet, une campagne d'échantillonnage des eaux a été effectuée du 20 au 27 août 2019 dans la région. Les échantillons d'eau ont été analysés à l'aide d'un chromatographe en phase liquide à haute performance de type SHIMADZU. Les méthodes utilisées dans l'étude prennent en compte le traitement des résultats des analyses des pesticides et le calcul des indices de contamination pesticide (ICP) et d'Altération Pesticides (IAP). L'analyse des pesticides a mis en évidence la présence de trois types de pesticides : 5 insecticides, 7 herbicides et un fongicide. La moyenne des insecticides est de 0,12 µg/l, celle des herbicides de 0,16 µg/l, des fongicides de 0,16 µg/l. Ces substances actives sont supérieures à la norme du Conseil de l'Union Européenne (0,1 µg/l). Selon l'ICP et l'IAP la majorité des eaux de la Mé sont de mauvaise qualité soit 61 %. Toutefois, cette rivière peut être utilisée pour l'approvisionnement en eau de la ville d'Abidjan seulement en cas de traitement.

**Mots-clés :** *contamination, eau de surface, produits phytosanitaires et rivière Mé.*

## ABSTRACT

### **Assessment of the water quality of the Mé river by the use of pesticides in agricultural practices**

The Mé River is a natural water reserve which is important in the strategic of drinking water supply plan for the city of Abidjan. Located in an agricultural area, farmers use plant protection products that can affect the quality of this river. The objective of this study is to know the level of contamination of the Mé River by pesticides. Water sampling campaign was carried out from August 20 to 27, 2019 in the region. The water samples were analyzed using a SHIMADZU type high performance liquid chromatograph. The methods used in the study take into account the processing of pesticide analysis results and the calculation of the ICP and IAP indices. Pesticide analysis revealed the presence of three types of pesticides: 5 insecticides, 7 herbicides and one fungicide. The average of insecticides is 0.12 g/l, that of herbicides of 0.16 g/l, of fungicides of 0.16 g/l. These active substances are above the Council of the European Union standard (0.1g/l). According to the ICP and the IAP, the majority of the waters of the Mé are of poor quality or 61 %. However, this river can be used for the water supply of the city of Abidjan only in case of treatment.

**Keywords :** *contamination, surface water, phytosanitary products and Mé river.*

## I - INTRODUCTION

L'eau, communément appelé « l'or bleu » est l'élément indispensable pour toute vie sur terre. Pourtant des millions de personnes meurent partout dans le monde de stress hydrique [1]. L'accès à l'eau potable est devenu un enjeu économique puissant à l'échelle planétaire et sa raréfaction semble inéluctable. En Côte d'Ivoire, l'un des défis majeurs du gouvernement est l'accès pour tous à une eau potable de qualité. À cet effet, plusieurs projets d'alimentation en eau potable sur tout le territoire ivoirien sont en cours notamment le projet AEP de la ville d'Abidjan par la rivière Mé. Force est de constater que cette rivière est située dans une zone à prédominance agricole avec comme cultures principales des cultures de rente telles que le manioc, la banane, le palmier à huile et l'hévéa. Cette diversification des cultures pourrait avoir des conséquences sur les ressources en eaux. Ainsi la croissance de l'agriculture est susceptible de modifier la qualité et la dynamique de l'eau notamment des eaux de surface. En effet, l'apport de fertilisants et de produits chimiques tels que les produits phytosanitaires dans cette zone pourraient avoir un impact sur la qualité des eaux de la rivière Mé. Cette pratique a pour avantage l'augmentation des rendements de production par l'élimination ou la réduction des parasites des cultures [2]. Par ailleurs, en Afrique de l'Ouest et

particulièrement dans les pays comme le Togo, le Bénin, le Sénégal et le Burkina Faso les études montrent que l'utilisation des pesticides par les agriculteurs est devenue systématique pour l'optimisation du rendement des cultures et cette pratique présente des risques sanitaires et environnementaux pour les hommes et les écosystèmes [3 - 6]. Des études récentes ont montré la présence de ces résidus dans la lagune Aghien et Potou et dans la zone d'Azaguié [7, 8]. L'objectif de cette étude est de connaître le niveau de contamination de la rivière Mé par les pesticides [8].

## II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

### II-1. Zone d'étude

La rivière Mé, localisée au Sud-Est de la Côte d'Ivoire précisément dans la région de la Mé est située entre les latitudes 5°30 et 6°20 Nord et les longitudes 3°30 et 4°10 Ouest (*Figure 1*). 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. Elle draine un bassin versant d'une superficie de 4 140 km<sup>2</sup> [9]. La population est estimée selon le [10] à 514 700 habitants. Le bassin versant de la Mé est une zone agricole avec comme cultures principales, l'hévéa, le manioc, la banane, le palmier à huile et l'ananas. Le bassin versant de la Mé est constitué de formations du socle dont les schistes, gneiss à biotite, granodiorite à biotite et de métagranite. Les formations sédimentaires sont composées de sables, d'argiles et du grès ferrugineux [9]. 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.

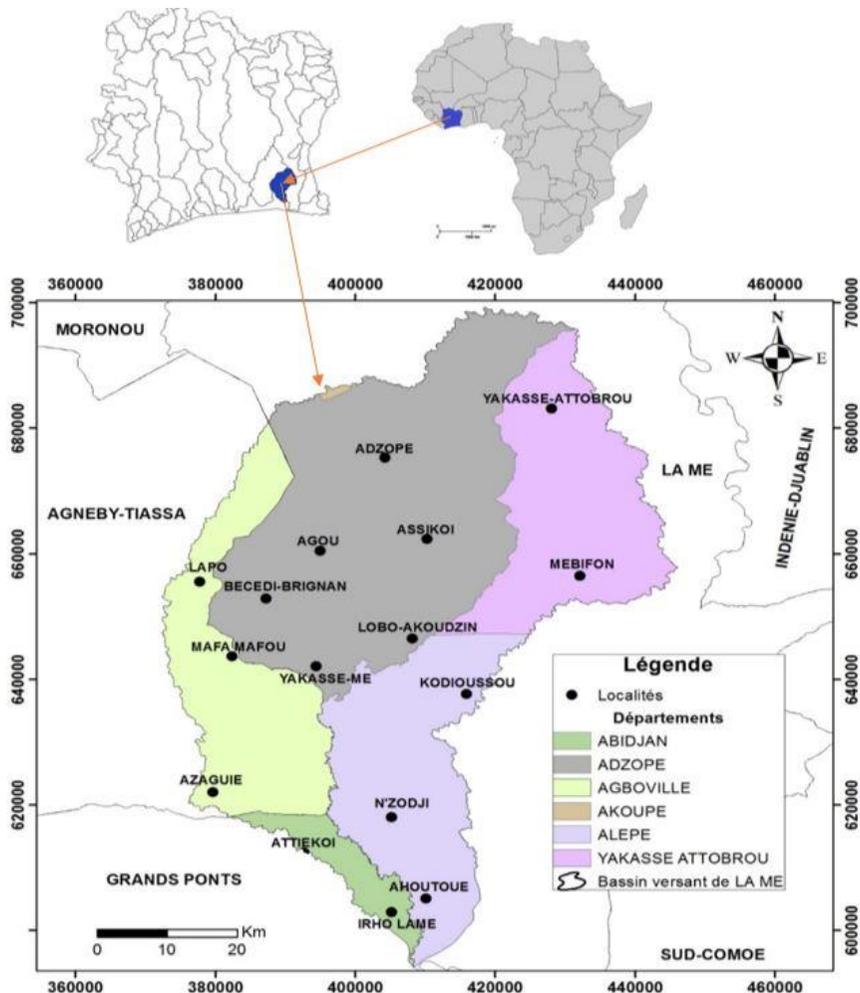


Figure 1 : Localisation du bassin versant de la Mé [11] modifié

## II-2. Matériel et Données

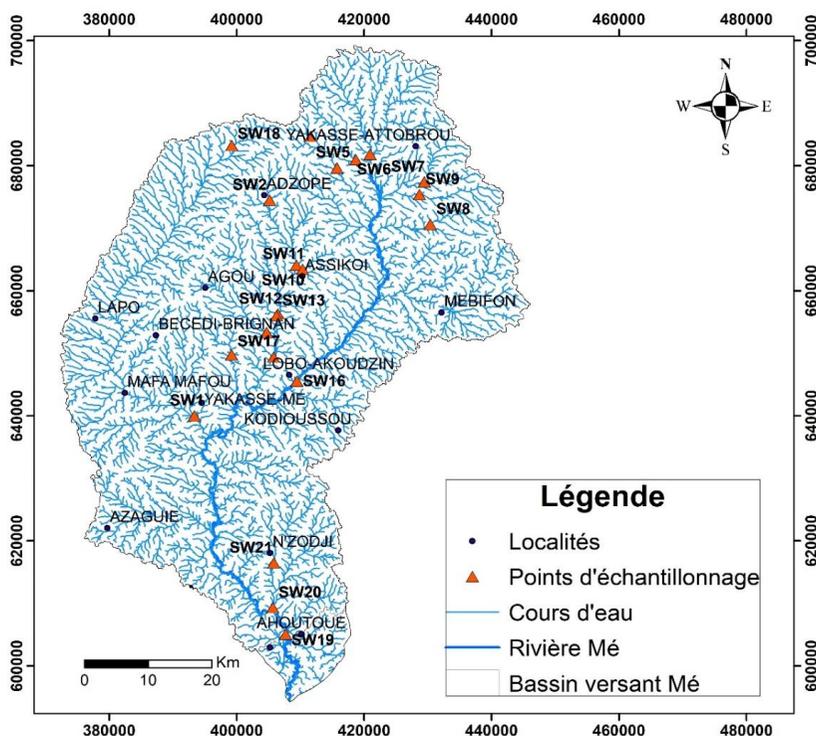
Le matériel utilisé est constitué de :

- matériel de terrain : un GPS, des bouteilles en polyéthylène, d'acide sulfurique et d'un multiparamètre pour les mesures *in situ* ;
- matériel de laboratoire qui est constitué d'une chaîne à chromatographie en phase liquide à haute performance de type SHIMADZU ;
- matériel informatique constitué essentiellement de logiciels.

Les données utilisées sont des données cartographiques, des données d'analyse physico-chimiques et des données de pesticides.

### II-3. Méthodes 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. Le choix de ces points a été guidé par l'accessibilité mais surtout par la prédominance des cultures dans la zone. Les eaux prélevées ont été mis dans des bouteilles en polyéthylène de capacité 500 millilitres préalablement rincés avec de l'eau à prélever. Pour chaque point, deux (2) échantillons d'eau ont été prélevés : un dans lequel cinq (5) gouttes d'acide sulfurique 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. La répartition spatiale des points d'échantillonnage est représentée à la **Figure 2**.



**Figure 2 :** Carte d'échantillonnage du bassin versant de la Mé [12]

### II-4. Calcul de l'indice de contamination des pesticides (ICP)

Cette méthode est basée sur le principe qu'on attribue une note de 1 à 3 en fonction des concentrations de molécules exprimées en  $\mu\text{g/l}$  dans les

échantillons de chaque site de prélèvement. Ces concentrations sont regroupées en classes qui sont identifiées par des notes allant de 1 à 3, (**Tableau 1**). On calcule ensuite la moyenne des notes obtenues et celles-ci seront comparées à la grille de degré de qualité-pesticides établie par [13], (**Tableau 2**).

**Tableau 1 :** Classification des concentrations des matières actives [13]

Somme des concentrations	Note
< 250 µg/l	1
250 à 500 µg/l	2
> 500 µg/l	3

**Tableau 2 :** Grille de degré de Qualité-pesticides [13]

Qualité d'eau	Très bonne	Moyenne	Très mauvaise
Moyenne des notes (Qualité-pesticides)	1 - 1,5	1,5 - 2	2 - 3

## II-5. Calcul de l'indice d'altération pesticide (IAP)

Selon [13], l'altération des pesticides est la somme des concentrations de tous les pesticides détectés et quantifiés dans l'échantillon considéré. On attribue donc une classe d'altération à l'échantillon. Cette classification se résume dans le **Tableau 3**.

**Tableau 3 :** Grille de degré de Qualité-pesticides [13]

Qualité de l'eau	Très bonne	Bonne	Mauvaise	Très mauvaise
IAP (µg/l)	Inf à 0,1	0,1-0,5	0,5-5	Sup à 5

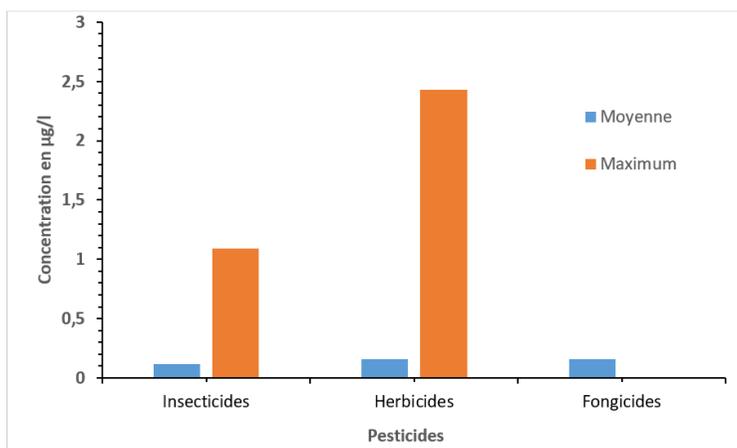
## III - RÉSULTATS

### III-1. Concentration des substances actives

Ces substances actives sont classées par cibles : les insecticides, les herbicides et les fongicides (**Tableau 4**). La concentration 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. Ces résultats montrent que dans la zone d'étude, les herbicides sont les plus utilisées en agriculture. En effet, la valeur maximale obtenue de cette substance active est de 2,43 µg/l (**Figure 3**).

**Tableau 4 :** Paramètres statistiques des molécules dosées dans la rivière Mé

	Moyenne	Ecart-Type	Minimum	Maximum
Insecticides	0,12	0,04	0,00	1,09
Herbicides	0,16	0,20	0,00	2,43
Fongicides	0,16	0,28	0,00	0,93

**Figure 3 :** Distribution des valeurs statistiques des pesticides dans les eaux

- **Indices de qualité des eaux**

Les indices de contamination et d'altération pesticides sont consignés dans le **Tableau 5**. La moyenne de l'ICP est 1,64. Selon la grille de degré de qualité des pesticides, lorsque la moyenne des pesticides dans un échantillon est comprise entre : 1-1,5 : les eaux sont de très bonne qualité ; 1,5-2 : les eaux sont de qualité moyenne ; 2-3 : les eaux sont de très mauvaise qualité.

**Tableau 5 :** Paramètres statistiques des indices de qualité des eaux de la rivière Mé

Indices	Minimum	Maximum	Ecart-type	Moyenne
ICP	1	2,8	0,47	1,64
IAP (µg/l)	0	6,75	1,87	1,98

Les **Figures 4 et 5** mettent en évidence la répartition inégale des indices de contamination.

Indice de contamination pesticide (ICP)



Figure 4 : Diagramme de répartition spatiale des indices de contamination (ICP)

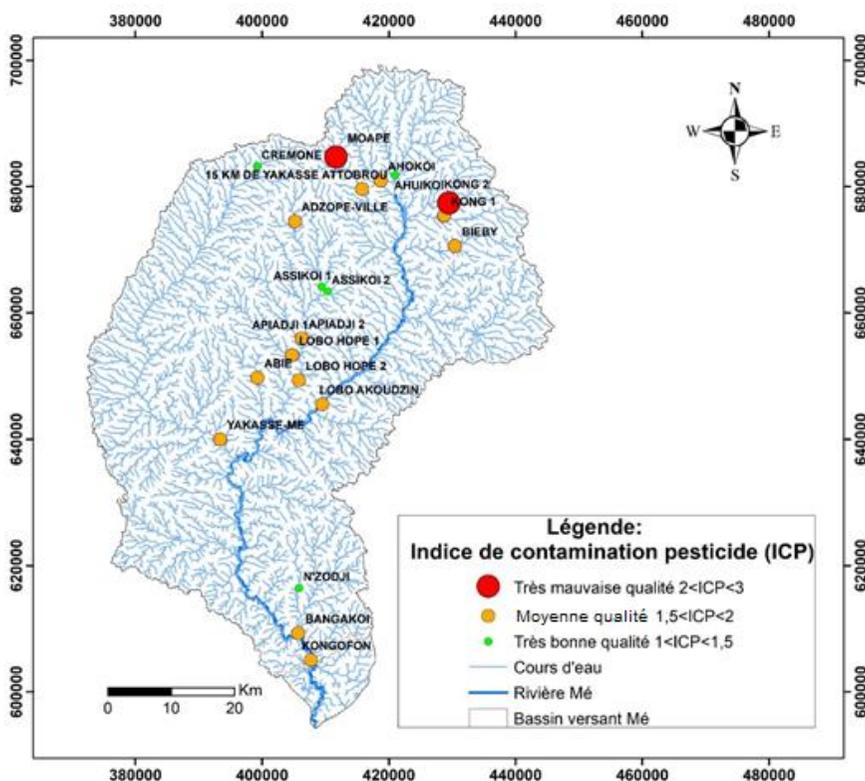
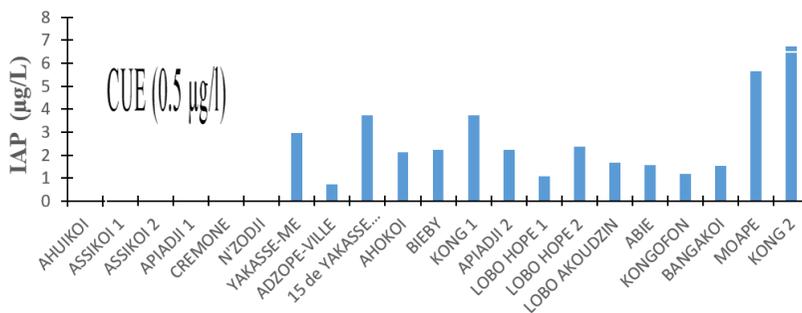


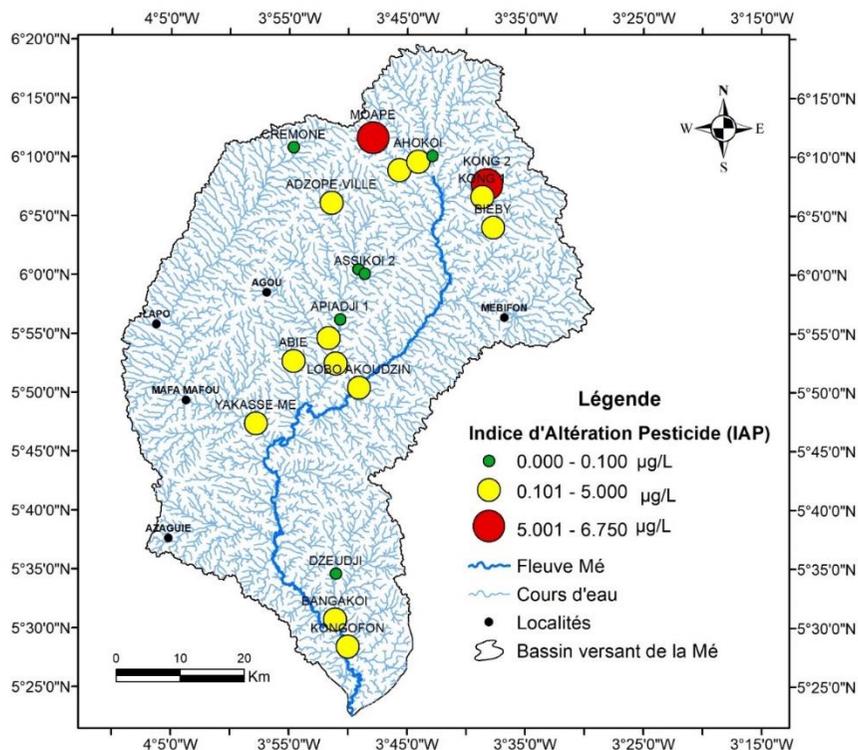
Figure 5 : Carte de distribution spatiale des Indices de Contaminations Pesticides (ICP) dans la rivière Mé

Les eaux de mauvaise qualité représentent 29 % des eaux étudiées, contre 71 % d'eau qui sont de bonne à moyenne qualité. Ainsi, cette étude montre que la plupart des eaux de la zone d'étude présentent une qualité assez bonne. La valeur moyenne de l'IAP est comprise entre 0 et 6,75  $\mu\text{g/l}$ , avec une moyenne de 1,98  $\mu\text{g/l}$ . La figue 6 montre la répartition spatiale des indices d'altération pesticides dans les eaux de la rivière Mé.



**Figure 6 :** Répartition spatiale des Indices d'Altération Pesticides (IAP) dans les eaux de la rivière Mé

La **Figure 7** montre la distribution spatiale des indices d'altération pesticide des eaux de la rivière Mé.



**Figure 7 :** Carte de distribution spatiale des Indices d'altération pesticides des eaux de la rivière

#### IV - DISCUSSION

Les analyses réalisées sur les échantillons d'eaux ont révélé la présence des résidus de produits phytosanitaires dont 13 substances actives. La concentration moyenne des familles des pesticides est de 0,36 µg/l, ce qui reste supérieure à la norme [14]. Cette valeur montre que les produits phytosanitaires, après application, sont transportés par ruissellement de la pluie et se retrouvent dans la rivière Mé. 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 [15]. Le calcul des indices de contamination (ICP) et indices d'altération (IAP) a permis de classer les eaux de la zone d'étude. L'ICP et l'IAP ont mis en évidence trois (3) classes : les eaux de bonne qualité (10 %), les eaux de qualité moyenne (61 %) et les eaux de mauvaise qualité (29 %) avec de fortes valeurs observées en amont du bassin (6,75 µg/l). Ces concentrations élevées montrent que ces eaux sont situées dans des zones de moyennes et fortes pentes caractérisées par le ruissellement. Le ruissellement des eaux de pluie sur les plantes traitées et le lessivage des sols agricoles traités par les pesticides pendant la saison sèche entraînent les molécules actives dans les eaux de la rivière. Selon [16], le ruissellement emporte durant la saison des pluies en moyenne 2 % d'un pesticide appliqué sur le sol, rarement plus de 5 à 10 %. Les valeurs des pesticides élevées en amont du bassin sont dues au fait que les populations utilisent encore plus de pesticides surtout des fongicides et insecticides dans cette partie du bassin. Les fongicides utilisés sont dus aux nombreuses cultures d'hévéa pour l'élimination des champignons. Les insecticides sont utilisés pour lutter contre les ravageurs. Il s'agit dans ce cas d'une pollution directe des eaux. Selon [17], l'introduction des pesticides dans l'environnement aquatique peut se faire soit de manière directe, soit de façon indirecte. La pollution directe résulte donc du traitement des cultures situées en bordure d'un cours d'eau.

#### V - 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 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. L'analyse des substances actives dans les eaux de la rivière Mé a mis en évidence trois groupes de pesticides notamment les insecticides, les herbicides et les fongicides. Les concentrations mesurées pour chacune de ces substances sont supérieures à la norme du Conseil de

l'Union Européenne (0,1 µg/l). La concentration moyenne des substances détectées dans la rivière Mé (0,36 µg/l) respecte donc les normes des eaux brutes destinées à la consommation humaine (0,5 µg/l). Le calcul des indices de contamination des pesticides (ICP et IAP) met en évidence la qualité des eaux échantillonnées. Ces indices révèlent que 29 % des eaux sont de très bonne qualité, 61 % sont de moyenne qualité et 10 % sont de très mauvaise qualité. La rivière Mé ne peut être utilisée pour l'approvisionnement en eau potable de la ville d'Abidjan sauf en cas de traitement.

### **CONFLITS D'INTÉRÊTS**

*Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt sur cet article.*

### **CONTRIBUTION DES AUTEURS**

*AHOUSI est l'investigateur principal. SEKA a collecté les données sur le terrain. TRAORE a participé au traitement des données et à la rédaction du manuscrit. Tous les auteurs ont participé à la planification de l'étude.*

### **REMERCIEMENTS**

*Les auteurs remercient le Responsable du Laboratoire des Sciences du Sol, de l'Eau et des Géomatériaux, de l'UFR STRM et de l'Université Félix Houphouët-Boigny et tous les techniciens qui ont participé à la réalisation de cette étude.*

### **RÉFÉRENCES**

- [1] - OMS, Media Centre factsheet No 391 Drinking water. Disponible sur: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>, (2015). Consulté le 06/11/2019
- [2] - I. CISSE, ST. FALL, M. BADIANE, Y. DIOP et A. DIOUF, Horticulture et usage des pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal. Rapport d'étude, ISRA/LNERV, EISMV, LACT / Faculté de Médecine Pharmacie / UCAD, (2006) 14
- [3] - M. KANDA, K. WALA, K. BATAWILA, G. DJANEYE-BOUNDJOU, A. AHANCHEDE et K. AKPAGANA, Le maraîchage périurbain à Lomé : pratiques culturelles, risques sanitaires et dynamiques spatiales. *Cahiers Agricultures*, 18 (4) (2009) 356 - 363 (1). <https://doi.org/10.1684/agr.2009.0319>

- [4] - C. AHOANGNINO, E. BENJAMIN et M. T. FAYOMI, Évaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires des producteurs maraîchers dans la commune rurale de Tori-Bossito (Sud-Bénin). *Cahiers Agricultures*, 20 (3) (2011) 216 - 222. doi : 10.1684/agr.2011.0485
- [5] - N. SALIOU, S. TRAORE, B. T. MAMADOU et A. MANGA, Contamination des produits agricoles et de la nappe phréatique par les pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal. *Rev. Sci. Technol.*, 25 (2012) 119 - 130
- [6] - D. SON, I. SOMDA, A. LEGREVE, B. et SCHIFFERS, Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. *Cahiers Agricultures*, 26 (2017) 1 - 6. doi : 10.1051/cagri/2017010
- [7] - A. TRAORE, K. E. AHOUSSE, N. AKA, A. TRAORE et N. SORO, 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) (2015) 312 - 322
- [8] - G. SORO, S. A. WAHABI, O. A. ADJIRI et N. SORO, Risques sanitaires et environnementaux liés à l'usage des produits phytosanitaires dans l'horticulture à Azaguié (Sud Côte d'Ivoire), *J. Appl. Biosci.*, (2019) 6 - 19. <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v138i1.7>
- [9] - N. SORO, Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique du sud-est de la Côte d'Ivoire : bassin versant de la Mé. Doctorat troisième cycle de l'Université de Cocody, (1987) 203 p.
- [10] - RECENSEMENT GENERAL DE POPULATION ET DE L'HABITAT, Rapport du d'exécution et présentation des principaux résultats, (2014) 1 - 49
- [11] - C. DELOR, DIABY I. et B. YAO, Notice explicative de la carte géologique à 1/200 000. Feuille de Grand-Bassam, notice explicative (1992) 26p.
- [12] - K. E. AHOUSSE, A. M. P. SEKA et A. TRAORE, 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. *J. Appl. Biosci.*, 161 (2021) 16652 - 16662. <https://doi.org/10.35759/JABs.161.9>
- [13] - P. VIOGET et A. STRAWCZYNSKI, Pesticides dans les cours d'eaux vaudois en 2002, 2003 et 2004. Rapport du service des eaux, des sols et de l'assainissement du département de la sécurité et de l'environnement de Lausanne en suisse, (2005) 8 - 21
- [14] - CONSEIL DE L'UNION EUROPEENNE (CUE), Directive du Conseil de l'UE 1998/93/CE relative à la qualité des eaux destinées à la

- consommation humaine. *Journal officiel* n°L330 du 05/12/1998, (1998) 0032 - 0054
- [15] - A. P. K. GOMGNIMBOU, P. W. SAVADOGO, A. J. NIANGO et J. MILOGO-RASOLODIMBY, 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 (2009) 499 - 507
- [16] - M. SCHIAVON, C. PERRIN-GANIER et J. M. PORTAL, La pollution de l'eau par les produits phytosanitaires : état et origine. *Agronomie*, 15 (1995) 53 - 61
- [17] - A. KOUZAYHA, Développement des méthodes analytiques pour la détection et la quantification de traces des HAP et de pesticides dans l'eau. Application à l'évaluation de la qualité des eaux libanaises. Thèse de doctorat de l'Université Bordeaux 1, Ecole Doctorale des Sciences Chimiques, (2011) 202 p.