

Utilisation de produits phytosanitaires dans le maraîchage autour du barrage d'alimentation en eau potable de la ville de Korhogo (nord de la Côte d'Ivoire) : risques pour la santé publique

GBOMBÉLÉ SORO¹
N'GUESSAN MARTIAL KOFFI¹
BRAMA KONE^{2,3}
YAO ETIENNE KOUAKOU²
KOUASSI RICHARD M'BRA^{1,2}
P. DRAMANE SORO¹
NAGNIN SORO¹

¹ Laboratoire des sciences et techniques de l'eau et de l'environnement
UFR sciences de la terre et des ressources minières
22 BP 582 Abidjan
Côte d'Ivoire
<marc_soro@yahoo.fr>
<cieloazuln@gmail.com>
<mbrafresco@yahoo.fr>
<soropewonheta@yahoo.fr>
<soro_nagnin@yahoo.fr>

² Centre suisse de recherches scientifiques en Côte d'Ivoire
Km 17 route de Dabou
Adiopodoumé Yopougon
01 BP 1303 Abidjan
Côte d'Ivoire
<bramakone@gmail.com>
<kyaoetienne@yahoo.fr>

³ Université Péléforo Gon Coulibaly Korhogo
01 BP 1303 Abidjan 01
Côte d'Ivoire

Tirés à part :
G. Soro

Article reçu le 15 septembre 2017, accepté le 19 décembre 2017

doi: 10.1684/ers.2018.1147

Résumé. Le maraîchage urbain tient une place importante dans l'approvisionnement en légumes frais de la ville de Korhogo, en Côte d'Ivoire. Cette activité est concentrée autour du barrage d'alimentation en eau potable de ladite ville. Pour lutter contre les ravageurs et augmenter leur rendement, les producteurs maraîchers ont recours aux pesticides dont ils ignorent souvent les risques. L'objectif de cette étude est d'évaluer les risques environnementaux et de santé publique liés à l'utilisation des pesticides. Une enquête a été réalisée auprès de 150 producteurs maraîchers. Les résidus de l'éthylène thio-urée (ETU) et du carbendazime ont également été dosés dans 15 échantillons d'eau du barrage au chromatographe liquide haute performance (HPLC) par la technique d'extraction liquide-liquide. Les résultats montrent que l'activité du maraîchage est pratiquée en majorité par les femmes (95 %). Par ailleurs, celles-ci utilisent les produits phytosanitaires sans aucun équipement de protection individuel (EPI). Trois grandes familles de pesticides, à savoir les herbicides (37 %), les fongicides (19 %) et les insecticides (44 %) sont utilisées. Les producteurs ne respectent pas les itinéraires agricoles des produits, seul 48 % des produits utilisés sont homologués pour la culture maraîchère contre 52 % pour le coton et autres cultures mixtes. Les maux de tête, éternuements (60,7 %) et troubles de la vision (28 %) sont les problèmes de santé récurrents chez les producteurs maraîchers. Les concentrations moyennes des résidus de pesticides mesurées dans les eaux du barrage sont de 24,17 µg/L pour l'ETU et de 4,4 µg/L pour le carbendazime. Le non-respect des itinéraires des pesticides utilisés, leur mode d'utilisation et le manque d'EPI constituent des facteurs de risque tant pour l'environnement que pour la santé des producteurs et celle des consommateurs.

Mots clés : Korhogo ; ETU ; carbendazime ; pesticides ; risque ; santé publique.

Abstract

Use of pesticides in the market gardens around the drinking water reservoir in Korhogo (northern Côte d'Ivoire): risks to public health

The town of Korhogo (northern Côte d'Ivoire), is supplied with fresh vegetables by vegetable producers in the urban market gardens around the drinking water reservoir. Pesticides are used to increase their crop yield and fight against pests. The aim of this paper is to assess health risks resulting from this pesticide use. A survey was carried out among 150 market gardeners, and 15 samples of reservoir water were analyzed to measure two pesticide residues, especially fungicides. The results showed that almost all the vegetable growers are women (95 %). Furthermore, they apply the products without any personal protective equipment (PPE). Herbicides, fungicides, and insecticides were used

Pour citer cet article : Soro G, Koffi NM, Kone B, Kouakou YE, M'Bra KR, Soro PD, Soro N. Utilisation de produits phytosanitaires dans le maraîchage autour du barrage d'alimentation en eau potable de la ville de Korhogo (nord de la Côte d'Ivoire) : risques pour la santé publique. *Environ Risque Sante* 2018 ; 17 : 155-163. doi : 10.1684/ers.2018.1147

by 37 %, 19 %, and 44 % of the growers respectively. As the results of the investigation show, 52 % of pesticides used were not recommended for vegetables. Recurrent health problems of the producers include headaches, sneezing (60.7 %), and visual disorders (28 %). The average concentrations in the reservoir water of substances such as ethylene thiourea (24.17 µg/L) and carbendazim (4.4 µg/L) greatly exceed maximum residue limits. The inappropriate methods for distributing and using pesticides and the lack of suitable protective equipment are risk factors for the environment and for the health of the producers and consumers.

Key words: Korhogo; ETU; carbendazim; pesticides risk; public health.

L'agriculture urbaine et périurbaine est une des solutions proposées et recommandées par l'Organisation des Nations Unies (ONU) et le Fond des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) pour faire face aux besoins de sécurité alimentaire et aux défis de l'urbanisation et de la périurbanisation, notamment dans les villes des pays dits pauvres. Cette activité est source de revenus et sert à approvisionner le marché local en produits périssables [1]. Ainsi, les maraîchers font vivre des milliers d'individus dans les villes africaines. Cependant ceux-ci doivent faire face aux insectes ravageurs qui détruisent leur production. Pour améliorer leur rendement, les maraîchers ont donc, pour la plupart, recours à l'utilisation des produits phytosanitaires et autres biocides. Selon Ahouangninou *et al.* [2], l'utilisation des pesticides par les petits agriculteurs africains est devenue systématique pour un rendement meilleur des cultures cotonnières ou maraîchères. Si ces pesticides permettent aux maraîchers de protéger les cultures contre les prédateurs de toutes sortes et augmentent leur rendement, ils peuvent représenter un danger pour les utilisateurs et/ou pour l'environnement. En effet, l'emploi des pesticides est souvent massif, ce qui génère des pollutions généralisées des écosystèmes. Par ailleurs, plusieurs pathologies sont susceptibles d'être associées aux pesticides sur le long terme : cancers, stérilités, malformations congénitales, déficiences mentales, troubles neurologiques et de reproduction [3-5].

Cette étude se propose de décrire les pratiques de maraîchage autour du barrage d'alimentation en eau potable de Korhogo et d'évaluer le niveau de contamination des eaux du barrage par les résidus du carbendazime et du mancozèbe à travers son principal métabolite l'éthylène thio-urée (ETU). L'objectif est d'anticiper les risques sanitaires et environnementaux associés à cette contamination.

Matériels et méthodes

Présentation de la zone d'étude

La ville de Korhogo (*figure 1*) se situe dans le nord de la Côte d'Ivoire, à 633 km d'Abidjan, la capitale économique,

et à 353 km de Yamoussoukro, la capitale politique, entre 5°15' et 6°20' de longitude ouest et 8°30' et 10°25' de latitude nord. C'est le chef-lieu de la région du Poro. Cette région est frontalière du Mali et du Burkina Faso. La population de la ville est estimée à 245 239 habitants [6]. L'agriculture est la principale activité avec des cultures vivrières (igname, maïs, riz, arachide, mil, sorgho, patate douce, niébé, fonio) [7], des cultures annuelles de rente (coton, tabac, soja, cultures maraîchères), des cultures pérennes de rente (mangue, avocat, agrume, anacarde), l'élevage de bovins, caprins, porcins, ovins, volailles ainsi que la pisciculture et l'apiculture. Au niveau hydroclimatique, la zone d'étude appartient au régime climatique tropical sec de type soudano-sahélien dont le rythme des saisons est réglé par le déplacement du front intertropical (FIT). Ce dernier est caractérisé par deux grandes saisons : la grande saison sèche de novembre à avril qui précède la saison des pluies marquée par deux maxima pluviométriques, l'un en juin et l'autre en septembre. La moyenne annuelle des précipitations est de 1 200 mm avec une température moyenne annuelle de 27 °C. L'approvisionnement en eau potable de la ville est assuré par une retenue d'eau (barrage) construite en 1981, dont la capacité est d'environ 107 m³. Ce barrage est situé entre 5°39'00 et 5°39'15 de longitude ouest et 9°28'25 et 9°28'30 de latitude nord [8]. Sur le pourtour des berges du barrage, de nombreux maraîchers sont installés et utilisent l'eau. Il existe dans la ville de nombreux puits et puisards qui captent les altérites et la nappe phréatique aux alentours du barrage. Les eaux issues de ces ouvrages servent non seulement à l'arrosage des cultures maraîchères mais également à la consommation comme eau de boisson par les populations.

Données collectées

Des données sociosanitaires ont été collectées auprès des personnes pratiquant l'activité de maraîchage sur les berges du barrage. L'échantillonnage représentatif des maraîchers a été effectué de façon aléatoire en tenant compte du nombre de sites. La taille (n) de l'échantillon a été obtenue par la formule suivante [9, 10] :

$$n = \frac{1,96^2 \times P(1-P) \times C}{i^2}$$

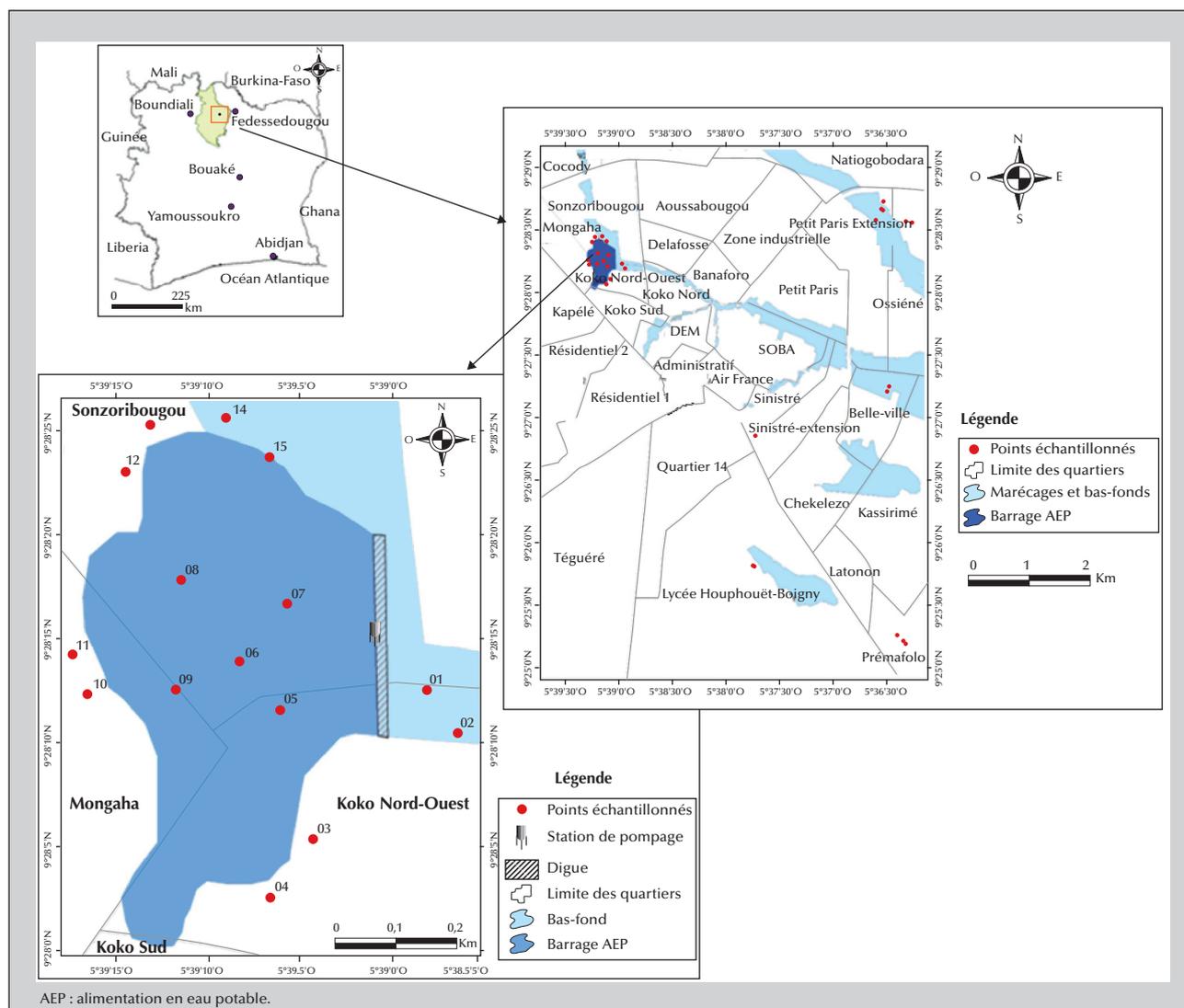


Figure 1. Carte de la ville de Korhogo et points d'échantillonnage.

Figure 1. Map of the town of Korhogo and sampling points.

Avec n = la taille de l'échantillon ; P = la prévalence estimée du phénomène étudié ; i = la marge d'erreur d'échantillonnage tolérée ; C = le facteur de correction.

En considérant une prévalence P de 90 % de marâchers utilisant des pesticides, une marge d'erreur d'échantillonnage i de 5 % et un facteur de correction C de 1, la taille n de l'échantillon est de 139 personnes, arrondie à 150 personnes.

Les données collectées ont porté sur les caractéristiques sociodémographiques et économiques, les itinéraires et techniques agricoles employés, les pesticides utilisés et leur mode d'utilisation de même que les pathologies potentielles sur les utilisateurs. Afin de mettre en évidence les risques sanitaires liés à la présence

de pesticides dans les eaux du barrage, nous avons choisi de mesurer les concentrations de l'ETU et du carbendazime. L'ETU est un fongicide et un produit de dégradation dont la présence dans l'environnement suggère l'utilisation de produits phytosanitaires d'une large gamme, dont les molécules sont constituées par un complexe de métal tel que le zinc et le manganèse. Pour ce faire, 15 échantillons d'eau ont été prélevés sur la retenue d'eau du barrage d'approvisionnement en eau potable de la ville (figure 1) pendant la saison sèche. C'est en effet pendant cette saison que la demande en eau des marâchers est la plus forte. Les prélèvements ont été faits par puisage à la surface de l'eau. L'eau a été conditionnée dans des bouteilles en plastique d'un litre.

Vingt ml d'acide sulfurique ont ensuite été ajoutés afin de stabiliser les éléments contenus dans les flacons. L'extraction des résidus des deux produits dans les eaux a été réalisée à l'aide du dichlorométhane par méthode liquide-liquide [11]. Les prélèvements ont respecté la norme actuelle de référence au niveau des pesticides du groupe des carbamates NF EN ISO 5667-3 [12]. Les analyses des concentrations ont été effectuées sur un chromatographe liquide haute performance (HPLC/MS) de type Shimadzu® selon la méthode USEPA 8321A. L'identification des composés s'est basée sur leur temps de rétention et leur spectre UV obtenus grâce à l'analyse de solutions individuelles. Les concentrations obtenues ont enfin été comparées aux normes en vigueur de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Résultats

Caractéristiques sociodémographiques des maraîchers

Plus de 400 maraîchers exploitent une superficie d'environ 20 hectares avec des parcelles allant de 14 à 264 m². Le maraîchage autour du barrage d'alimentation en eau potable de la ville de Korhogo est pratiqué par des femmes à 95 %, qui ont à 86 % un niveau scolaire basique. L'association des cultures (plus d'une culture sur une même parcelle) est une pratique répandue chez la grande majorité des maraîchers. Trois légumes sont principalement cultivés : l'oseille (48 %), le chou (32 %) et la laitue (20 %). Les gains financiers journaliers tirés de cette activité sont estimés à 1 200 F CFA (1,83 euro) au cours de la saison des pluies où les berges du barrage sont submergées par les eaux, réduisant ainsi les surfaces cultivables. Lors de la décrue et en saison sèche, les maraîchers disposent de plus d'espace cultivable ce qui tend à améliorer leur revenu journalier qui atteint 2 450 F CFA (3,74 euros). Ces ressources financières sont à 27 % consacrées aux activités de maraîchage, à 22 % aux soins de santé, à 18 % à la scolarisation des enfants, à 17 % à l'alimentation de la famille, et à 16 % à d'autres besoins (figure 2).

Produits phytosanitaires utilisés par les maraîchers

Le tableau 1 donne la liste des différents produits phytosanitaires utilisés par les maraîchers pour le traitement de leur parcelle avec leur itinéraire agricole et les matières actives. Vingt-deux noms commerciaux de produits phytosanitaires ont été répertoriés, répartis en trois grandes familles que sont les herbicides (37 %), les fongicides (19 %) et les insecticides (44 %) (figure 3). Les enquêtes sur l'itinéraire technique agricole des différents

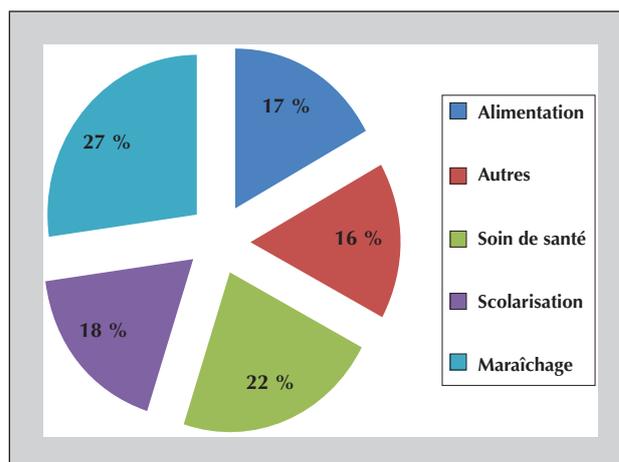


Figure 2. Utilisation des ressources financières issues du maraîchage.

Figure 2. Use of income from market gardening.

produits phytosanitaires utilisés par les maraîchers montrent que seuls 48 % des produits phytosanitaires utilisés sont destinés exclusivement aux cultures maraîchères contre 52 % au coton et autres cultures mixtes (figure 4). Comme l'indique la figure 5, les maraîchers pratiquent beaucoup le désherbage chimique à l'aide du glyphosate qui représente le principe actif le plus utilisé avec 22 % des produits répertoriés. Sont également utilisés la lambda-cyhalothrine (11 %), la cyperméthrine (11 %) le mancozèbe, le carbofuran et l'acétamipride, représentant chacun 7 %. Le pourcentage d'utilisation des autres principes actifs équivaut à 4 %.

Les maraîchers occupant les berges sont exposés par diverses voies. Ils utilisent les produits phytosanitaires sans aucun équipement de protection individuelle (EPI). Par ailleurs, les investigations ont permis de noter que 32,7 % d'entre eux prennent leur repas dans leur champ et 73,3 % consomment les eaux des puisards.

Les maraîchers évoquent plusieurs affections. Les enquêtes ont montré qu'ils souffrent principalement de céphalées sévères (migraines) et d'éternuements. Ce couple d'affections est signalé à 60,7 %. Les maraîchers signalent également des douleurs au niveau du thorax (42 %), de la hanche (47,3 %), des yeux, des troubles de la vision (28 %), des vertiges (21,3 %), des dermatoses (2 %), des nausées (14,7 %), des vomissements (2 %) et des tremblements des mains (3,3 %).

Niveau de contamination des eaux du barrage par le carbendazime et l'ETU

Les concentrations des résidus de carbendazime et d'ETU mesurées dans les eaux sont consignées dans le tableau 2. Le carbendazime a été détecté dans 40 % des 15

Tableau 1. Produits phytosanitaires utilisés par les maraîchers autour du barrage d'alimentation en eau potable de Korhogo.

Table 1. Plant-care products used by market gardeners around the Korhogo drinking-water reservoir.

Nom commercial	Familles	Spécificités	Matières actives
Tropizèbe	Fongicide	Cultures maraîchères	Mancozèbe
Mancozan 80 wp	Fongicide	Cultures maraîchères	Mancozèbe
Banko plus	Fongicide	Cultures maraîchères	Carbendazime / Chlorothalonil
Hero	Herbicide		Glyphosate
Ladaba	Herbicide		Glyphosate
Killer	Herbicide		Glyphosate
Bibana	Herbicide		Glyphosate
Gnakpo	Herbicide		Glyphosate
Roundup	Herbicide		Glyphosate
Optimal	Insecticide	Culture maraîchères	Lambda-cyhalothrine/Acétamipride
Cypercal	Insecticide	Cultures maraîchères	Cyperméthrine
Eforia	Insecticide	Coton, cultures maraîchères	Thiaméthoxam/Lambda-cyhalothrine
Diafuran 5g	Insecticide	Cultures maraîchères	Carbofuran
Furadan 5g	Insecticide	Cultures maraîchères	Carbofuran
Tihan	Insecticide	Coton	Fluberdiamide/Spirotétramate
Karate	Insecticide	Cultures maraîchères	Lambda-cyhalothrine
Phytadelthrine	Insecticide	Cultures maraîchères	Deltaméthrine
Pyriforce	Insecticide	Ananas, mangues	Chlorpyrifos-éthyl
Thunder 145	Insecticide	Coton	Imidaclopride/Bétacyfluthrine
Lambda master 2,5 EC	Insecticide	Cultures maraîchères	Lambda-cyhalothrine
Conquest C 88	Insecticide	Coton	Cyperméthrine/Acétamipride
Duel 336 EC	Insecticide	Coton	Cyperméthrine/Profénofos

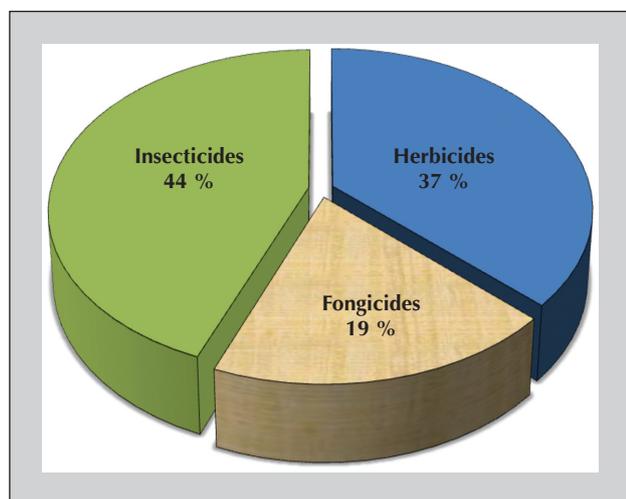


Figure 3. Proportion des familles de pesticides utilisées par les maraîchers.

Figure 3. Proportion of pesticide families used by market gardeners.

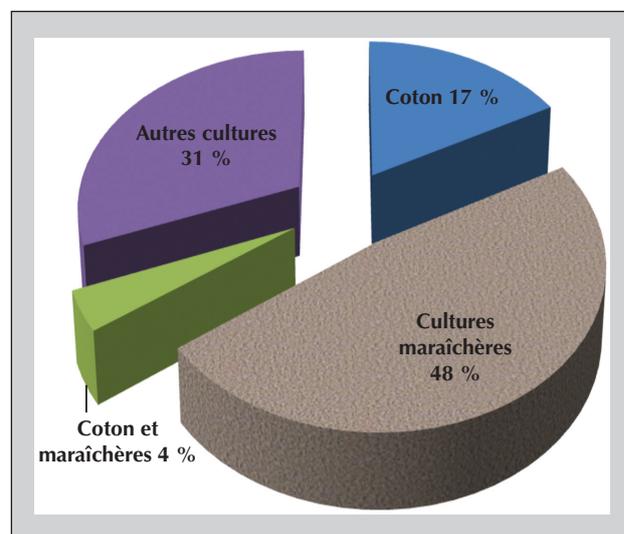


Figure 4. Itinéraire agricole des pesticides utilisés par les maraîchers.

Figure 4. Distribution of pesticides used by market gardeners.

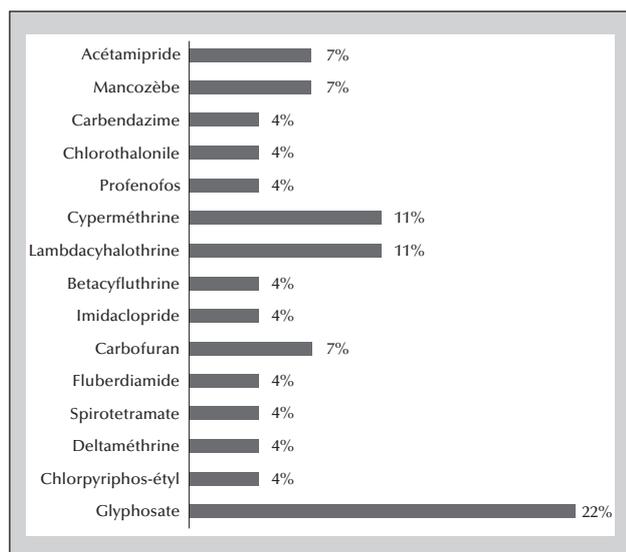


Figure 5. Pourcentage de produits phytosanitaires utilisés par les maraîchers.

Figure 5. Percentage of plant-care products used by market gardeners.

échantillons prélevés avec des concentrations comprises entre 2 µg/L et 7 µg/L pour une moyenne de 4,4 µg/L. L'ETU a été mesuré dans 33,33 % des échantillons. La concentration maximale de l'ETU est de 62 µg/L et sa concentration minimale est de 2 µg/L avec une moyenne de 24,17 µg/L. Ces différentes valeurs sont largement supérieures aux valeurs guides de l'OMS (0,1 µg/l).

Discussion

Cette étude montre d'abord que la culture maraîchère sur les berges du barrage de la ville de Korhogo est une activité qui occupe majoritairement les femmes (à 95 %). Ce pourcentage pourrait s'expliquer par l'orientation des hommes vers les cultures de rentes (coton et anacardier).

À Yaoundé (Cameroun), Temple *et al.* [13] ont montré que dans les bas-fonds de Nkolbisson et Nkolbikok, 63 % des maraîchers étaient des femmes. Au contraire, le maraîchage à Cotonou (Bénin) est pratiqué autant par des femmes que par des hommes [14]. La même observation a été faite au Togo où le maraîchage reste une activité des deux sexes [11]. En outre, les producteurs pratiquent une diversité de cultures dominées par l'oseille, le chou et la laitue. Cette situation est similaire à celles observées au centre de la Côte d'Ivoire, notamment à Yamoussoukro et à Bouaké [15, 16]. Les revenus financiers tirés par les maraîchers de leur activité sont saisonniers. Ils gagnent plus du double de leur revenu en saison sèche par rapport à la saison de pluie. Ceci pourrait être dû à une augmentation de leur parcelle cultivable lors de la saison sèche, en raison de la réduction du plan d'eau du barrage. On pourrait également attribuer cette augmentation des gains à l'effet de l'offre et de la demande. Lors de la saison sèche, la raréfaction des eaux utilisées pour l'arrosage des cultures contribue à diminuer les quantités produites, entraînant une pénurie des produits sur les marchés locaux. Les ressources financières tirées par les maraîchers sont à 27 % consacrées à l'entretien des parcelles (achat de semences et intrants). Les soins de santé de la famille et les frais de scolarisation des enfants occupent 40 % de ces revenus. Les 33 % restants sont consacrés aux besoins alimentaires de la famille et à d'autres besoins diffus. La majorité des maraîchers a un niveau d'instruction faible : 10 % ont atteint le niveau primaire et 3 % le niveau secondaire ; 86 % n'ont reçu aucune formation. Ce constat a été également fait par Diakalia *et al.* [17] chez les producteurs de tomates au Burkina Faso. Selon ces auteurs, une telle situation ne favorise pas une bonne utilisation des produits phytosanitaires par méconnaissance des bioagresseurs et du produit adéquat à utiliser.

Les enquêtes ont permis de recenser 22 noms commerciaux de produits phytosanitaires utilisés, répartis en trois grandes familles : herbicides, fongicides et insecticides. Les maraîchers ont recours pour le traitement des cultures à des produits de type insecticides à 44 %. Ceci est sans doute dû au fait que les cultures maraîchères sont souvent attaquées par les insectes ravageurs. Cette situation amène les producteurs à recourir aux pesticides dont les plus utilisés sont de la famille chimique des pyréthrinoides (lambda-cyhalothrine et cyperméthrine).

Tableau 2. Concentration des résidus de l'éthylène thio-urée (ETU) et du carbendazime dans les eaux du barrage de Korhogo.

Table 2. Concentration of ETU and Carbendazim residues in the water of the Korhogo reservoir.

Pesticides	Nombre d'échantillons	Fréquence de détection (%)	C _{MAX} (µg/L)	C _{MIN} (µg/L)	Moy. (µg/L)	OMS (µg/L)
ETU	15	40	62	2	24,17	0,1
Carbendazime	15	33,33	7	2	4,4	0,1

Cmax : concentration maximum ; Cmin : concentration minimum ; Moy. : moyenne ; OMS : Organisation mondiale de la santé.

Ces résultats sont en accord avec ceux de Diakalia *et al.* [17] qui ont également trouvé que les substances actives de cette famille chimique étaient les plus utilisées par les producteurs de tomates au Burkina Faso. Par ailleurs, les résultats des enquêtes montrent que les maraîchers pratiquent beaucoup le désherbage chimique à l'aide du glyphosate. La majeure partie des produits phytosanitaires utilisés par les maraîchers n'est pas destinée aux cultures maraîchères. En effet, 52 % des produits phytosanitaires utilisés par ceux-ci sont destinés au coton et à d'autres cultures. Ces résultats montrent que les maraîchers ne respectent pas les usages techniques agricoles des pesticides. Cette pratique très dangereuse constitue des facteurs de risque sanitaire pour la population humaine (producteurs et consommateurs) [11, 18]. L'insuffisance de formation et le manque de suivi des maraîchers amène ces derniers à utiliser des produits inadéquats et à épandre des doses inadaptées [17]. Une autre hypothèse, et non des moindres, résiderait dans les circuits d'approvisionnement de ces producteurs en pesticides surtout en Afrique de l'Ouest. En effet, on assiste à une libre commercialisation des pesticides dans cette zone géographique [2, 11, 17, 19, 20] en dépit du fait que les critères d'homologation diffèrent d'un État à un autre.

Le faible niveau d'instruction des maraîchers constitue un grand risque d'intoxication pour eux-mêmes et pour l'environnement car ils ignorent la forte toxicité des produits phytosanitaires. Les producteurs qui se conforment aux règles d'hygiène sont minoritaires. En effet, les enquêtes montrent qu'aucun maraîcher n'a recours, lors de l'épandage des produits phytosanitaires, à un EPI. Ce résultat est conforme avec celui de Mawussi *et al.* [11] au Togo, où les enquêtes ont montré que 98 % des producteurs ne se conformaient pas aux règles d'hygiène pendant et après les traitements phytosanitaires. Par ailleurs, il a été également constaté que certains producteurs prennent leur repas au champ et utilisent les eaux des puisards pour les besoins. Plusieurs auteurs ont alerté sur cette situation dans leurs études [15, 17, 18, 21]. Elle pourrait expliquer une partie des maladies qui affectent les producteurs. En effet, bon nombre d'entre eux évoquent des signes cliniques tels que céphalées, troubles de la vision et irritations cutanées. Certains signalent également des malaises, vertiges, nausées et vomissements après le traitement de leur parcelle. Des symptômes similaires sont rapportés par la littérature sur des maraîchers ou des producteurs de coton [2, 18, 22-27]. Des cas d'hospitalisation dus à un manque de respect des mesures d'hygiène lors des épandages des produits phytosanitaires ont été décrits chez des producteurs de maraîchers éthiopiens et ghanéens [28]. Si ces malaises peuvent être pris en charge dans l'immédiat dans les centres de santé de proximité, il importe de noter que, selon Multignier [3], les effets à long terme ou retardés des pesticides sur la santé sont à prendre en considération. En effet, selon

l'auteur, certains types de cancers semblent présenter une incidence plus élevée dans le monde agricole.

Les concentrations moyennes en résidus d'ETU et de carbendazime mesurées dans les eaux du barrage sont supérieures aux valeurs guides de l'OMS (0,10 µg/L) pour les eaux destinées à la consommation. Ces concentrations sont également supérieures aux normes de qualité environnementales : elles recommandent la concentration maximale admise pour le carbendazime à 0,7 µg/L [29] et une concentration maximale de 0,219 µg/L pour l'ETU [30]. D'une manière générale, les eaux de surface sont contaminées par les résidus de carbendazime et d'ETU. De telles situations sont rencontrées en Côte d'Ivoire et dans certains pays de la sous-région ouest-africaine. Traoré *et al.* [31] ont montré la présence de nombreuses matières actives (insecticides, herbicides et fongicides) avec des teneurs cumulées pouvant atteindre 25,63 µg/L par endroits dans les zones agricoles du centre, sud et sud-ouest de la Côte d'Ivoire. En outre dans le département de Korhogo, certains puits à usage maraîcher et domestique avaient des concentrations totales en pesticides variant entre 0,01 et 6,36 µg/l [32]. Les études de Edoh [33] au Togo ont également montré que, dans la ville de Lomé, les eaux de puits servant d'eau de boisson et/ou d'arrosage des cultures maraîchères présentaient des niveaux de résidus d'aldrine, de dieldrine et d'heptachlore 43 fois supérieurs à ceux admis par les normes de l'Union européenne et de l'OMS. L'origine des fortes concentrations de l'ETU dans la zone d'étude est due au fait qu'il est un produit de dégradation commun à plusieurs fongicides de la famille des biscarbamates, tels que le mancozèbe, le zinèbe, le manèbe, le métiramme et le zirame. La persistance du carbendazime dans le milieu est généralement liée à l'absence d'oxygène. En effet, le carbendazime a une demi-vie de 743 jours en milieu non oxygéné contre 63 jours en milieu aqueux oxygéné. Par ailleurs, un usage abusif de ces produits peut également être la source des fortes concentrations de résidus dans le milieu. Le manque d'encadrement des maraîchers et leur faible niveau d'instruction peuvent expliquer qu'ils utilisent les pesticides sans tenir compte des doses ni de la concentration de chaque produit. De même, selon Gomgnimbou [18], la proximité des parcelles avec les points d'eau constitue un risque majeur de contamination. Les eaux de pluie, par ruissellement, entraînent d'importantes quantités de produits phytosanitaires vers les milieux environnants [18]. Les études de Cissé *et al.*, en 2003 [22], ont lié la présence de certaines molécules de pesticides dans les puits et les forages au transport des pesticides en surface et en profondeur. Selon Tano *et al.* [15], les maraîchers procèdent à des mélanges dont ils ne maîtrisent ni le dosage, ni la rémanence, et dont ils ne connaissent pas les propriétés physico-chimiques. Cette mauvaise pratique qui a cours chez tous les maraîchers de la zone pourrait expliquer la présence de résidus dans les eaux des produits qui ont un temps de dégradation court. Cette situation est très préoccupante car la raréfaction des

eaux douces dans cette zone est une réalité, surtout pendant la longue saison sèche. Ainsi, la contamination de cette ressource par les activités anthropiques pourrait compromettre l'accès des populations à l'eau potable de façon durable. C'est pourquoi, il est impératif de contrôler, voire d'interdire, l'activité de maraîchage sur les berges du barrage afin de protéger la santé des populations.

Conclusion

Cette étude a permis d'appréhender les risques sanitaires et environnementaux liés à l'usage des produits phytosanitaires dans le maraîchage autour du barrage de la ville de Korhogo. Les produits phytosanitaires utilisés par les maraîchers se composent d'insecticides, d'herbicides et de fongicides. Les maraîchers manipulent ces produits sans aucun EPI s'exposant ainsi à plusieurs

maladies dont les plus fréquentes sont les céphalées, les irritations cutanées, les nausées accompagnées de vomissements. Les concentrations en résidu de carben-dazime et d'ETU dans les eaux du barrage sont élevées par rapport aux valeurs indicatives en vigueur pour ces molécules. Les mauvaises pratiques mettent en péril leur santé, celle des consommateurs et dégradent la qualité des eaux de surface. Il est donc important de former et de sensibiliser les maraîchers afin de protéger non seulement leur santé, mais également les ressources en eau. ■

Remerciements et autres mentions

Financement : cette étude a été réalisée grâce au financement de la Communauté de pratique écosanté pour l'Afrique de l'Ouest et du Centre (COPES-AOC) à travers le projet UPPM. Avec l'appui scientifique et logistique du Centre suisse de recherche scientifique en Côte d'Ivoire (CSRS) ; **liens d'intérêts** : les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt.

Références

1. Ba A. *Les Fonctions reconnues à l'agriculture intra- et périurbaine (AIPU) dans le contexte dakarais ; caractérisation, analyse et diagnostic de durabilité de cette agriculture en vue de son intégration dans le projet urbain de Dakar (Sénégal)*. Thèse. France et Sénégal : AgroParisTech, Université Cheikh Anta Diop de Dakar et ENSP Versailles, 2007.
2. Ahouangninou C, Fayomi BE, Martin T. Évaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires des producteurs maraîchers dans la commune rurale de Tori-Bossito (Sud-Bénin). *Cah Agric* 2011 ; 20 : 216-22.
3. Multigner L. Effets retardés des pesticides sur la santé humaine. *Environ Risque Sante* 2005 ; 4 : 187-94.
4. Boithias L, Sauvage S, Taghavi L, Merlina G, Probst JL, Sanchez Perez JM. Occurrence of methachlor and trifluralin losses in the Save river agricultural catchment during floods. *J Hazard Mater* 2011 ; 196 : 210-9.
5. Diop A. *Diagnostic des pratiques d'utilisation et quantification des pesticides dans la zone des Niayes de Dakar (Sénégal)*. Thèse de doctorat. France : Université du Littoral Côte d'Opale, 2013.
6. Institut National de la Statistique de Côte d'Ivoire. *Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH)*. Abidjan : INS, 2014.
7. Cecchi P. *L'eau en partage : les petits barrages de Côte d'Ivoire*. Paris : IRD Éditions, 2007.
8. Mbra Kouassi R, Kone B, Kouakou Yao E, Silue B, Cissé G, Soro N. Approvisionnement en eau potable, qualité de la ressource et risques sanitaires associés à Korhogo (Nord Côte d'Ivoire). *Environ Risque Sante* 2015 ; 14 : 230-41.
9. Vaughan JP, Morrow RH. *Manuel d'épidémiologie pour la gestion de la santé au niveau du district*. Genève : OMS, 1991.
10. Bouyer J, Hénom D, Cordier S, et al. *Epidémiologie : principes et méthodes quantitatives*. Inserm, 1995.
11. Mawussi G, Kolani L, Devault DA, Alaté KKA, Sanda K. Utilisation de pesticides chimiques dans les systèmes de production maraîchère en Afrique de l'Ouest et conséquences sur les sols et la ressource en eau : le cas du Togo. *44^e congrès du Groupe Français des Pesticides*, 26-29 mai 2014.
12. NF EN ISO 5 667-3. *Qualité de l'eau : échantillonnage, partie 3. Lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau*. France : AFNOR Éditions, 2004.
13. Temple L, Moustier P. Les fonctions et contraintes de l'agriculture périurbaine de quelques villes africaines (Yaoundé, Cotonou, Dakar). *Cah Agric* 2004 ; 13 : 15-22.
14. Allagbé H, Aitchedji M, Yadouleton A. Genesis and development of urban vegetable farming in Republic of Benin. *Int J Innov Appl Stud* 2014 ; 7 : 123-33.
15. Tano BF, Abo K, Dembele A, Fondio L. Systèmes de production et pratiques à risque en agriculture urbaine : cas du maraîchage dans la ville de Yamoussoukro en Côte d'Ivoire. *Int J Biol Chem Sci* 2011 ; 5 : 2317-29.
16. Fondio L, Christophe Kouame C, Djidji AH, Traore D. Caractérisation des systèmes de culture intégrant le gombo dans le maraîchage urbain et périurbain de Bouaké dans le Centre de la Côte d'Ivoire. *Int J Biol Chem Sci* 2011 ; 5 : 1178-89.
17. Diakalia S, Somda I, Legreve A, Schiffers B. Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risque pour la santé et l'environnement. *Cah Agric* 2017 ; 26 : 25005.
18. Gomgnimbou APK, Savadogo PW, Niango AJ, Milogo-Rasolodimby J. 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* 2009 ; 13 : 499-507.

19. Akpo KS, Coulibaly LS, Coulibaly L, Savane I. Évolution temporelle de l'utilisation des pesticides en agriculture tropicale dans le bassin versant de la Marahoué, Côte d'Ivoire. *Int J Innov Appl Stud* 2016 ; 14 : 121-31.

20. Pazou EYA, Lalèyè P, Boko M, et al. Organochlorine and organophosphorous pesticide residues in the Ouémé River catchment in the Republic of Bénin. *Environ Int* 2006 ; 32 : 616-23.

21. Doumbia M, Kwadjo KE. Pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides par les maraîchers en Côte d'Ivoire : cas de la ville d'Abidjan et deux de ses banlieues (Dabou et Anyama). *J Appl Biosci* 2009 ; 18 : 992-1002.

22. Cissé I, Tandia AA, Fall ST, Diop EHS. Usage incontrôlé des pesticides en agriculture périurbaine : cas de la zone des Niayes au Sénégal. *Cah Etud Rech Francophones Agric* 2003 ; 2 : 181-6.

23. Traoré SK, Koné M, Dembelé A, Lafrance P, Houenou P. Étude comparative du niveau de résidus de pesticides organochlorés chez trois espèces de poissons du lac de Buyo (sud-ouest de la Côte d'Ivoire) et estimation du potentiel de risques pour la santé humaine. *J Soc Ouest Afr Chim* 2003 ; 16 : 137-52.

24. Mawussi G. *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*. Thèse. France : Université de Toulouse, 2008.

25. Agbohessi TP, Toko II, Kestemont P. État des lieux de la contamination des écosystèmes aquatiques par les pesticides

organochlorés dans le Bassin cotonnier béninois. *Cah Agri* 2012 ; 21 : 46-56.

26. Bempah KC, Buah-Kwofie A, Enimil E, Blewu B, Agyei-Martey G. Residues of organochlorine pesticides in vegetables marketed in Greater Accra region of Ghana. *Food Control* 2012 ; 25 : 537-42.

27. Elegbede B, Edorah AP, Cledjo P, et al. Contamination of boreholes water by 76 pesticides molecules in the cotton zone of Kérou. *Afr J Environ Sci Tech* 2013 ; 7 : 81-6.

28. Williamson S, Ball A, Pretty J. Trends in pesticides use and drivers for safer pest management in four African countries. *Crop Prot* 2008 ; 27 : 1327-34.

29. Ineris. *Proposition de norme de qualité environnementale : carbendazime (10605-21-7)*. Validation groupe d'experts. Fiche technique. France : INERIS éditions, 2011.

30. Ineris. *Valeur guide environnementale : mancozèbe (8018-01-7)*. Validation groupe d'experts. Fiche technique, 2013.

31. Traoré SK, Koné M, Dembelé A, Lafrance P, Mazellier P, Houenou P. Contamination de l'eau souterraine par les pesticides en régions agricoles en Côte d'Ivoire (centre, sud et sud-ouest). *J Afr Sci Environ* 2006 ; 1 : 1-9.

32. Yapo RI, Mambo V, Alder AC, et al. Caractérisation saisonnière des eaux de puits à usage maraîchère et domestique de Korhogo (Côte d'Ivoire). *Int J Biol Chem Sci* 2016 ; 10 : 1433-49.

33. Edoh K. *Étude des conditions de réutilisation du Florisil pour la purification des extraits lors du dosage des pesticides dans l'eau et les denrées alimentaires*. Thèse. Togo : Université de Lomé, 1991.