

NIVEAU DE CONTAMINATION DES TOMATES (*LYCOPERSICON ESCULENTUM P. MILL*) ET DES CHOUX (*BRASSICA OLERACEA L. VAR CAPITATA*) PAR LES RESIDUS DE PESTICIDES

[LEVEL OF CONTAMINATION OF TOMATOES (*LYCOPERSICON ESCULENTUM P. MILL*) AND CHOUX (*BRASSICA OLERACEA L. VAR CAPITATA*) BY RESIDUES OF PESTICIDES]

DIARRA Moussa¹, KOUADIO Léonce David¹, ABOUA Kouassi Narcisse², SORO Donafologo Baba², TRAORE Karim Sory²,
MAMADOU Koné², and DEMBELE Ardjouma³

¹Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Environnement,
Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Environnement, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Laboratoire des Sciences de l'Environnement,
Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences et Gestion de l'Environnement, P 801 Abidjan 08, Côte d'Ivoire

³Laboratoire Central d'Agronomie et d'Écotoxicologie (LCAE) LANADA, 04 BP 612 Abidjan04, Côte d'Ivoire

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The study was carried out on tomatoes (*Lycopersicon esculentum P. Mill*) and cabbages (*Brassica oleracea L. var capitata*) grown in Daloa. It covered ninety samples of vegetables including 60 tomato samples and 30 samples of cabbage collected during three field campaigns in a locality in Côte d'Ivoire (Daloa). These samples were processed using a SHIMADZU brand liquid chromatograph to determine pesticide residues. The results revealed contamination of tomatoes (*Lycopersicon esculentum P. Mill*) and cabbages (*Brassica oleracea L. var capitata*). Four pesticide residues, three of which belong to the organophosphorus family (chlorpyrifos, dimethoate, profenophos) and one from the pyrethroid family, were detected in tomatoes with detection percentages of 39%, 25%, 22% and 14%. The results of the analysis also showed the presence of four other pesticides including two from the organophosphorus family (profenophos and diazinon) and two others from the Carbamate family (carbaryl and dithiocarbamate) in cabbages with a rate of detection of 10% and 27%, 10% and 53% respectively. However, the remaining pesticide levels detected in tomatoes and Daloa cabbages are all below the Codex Alimentarius Standards (MRLs).

KEYWORDS: Residues, Phytosanitary products, Standard, Tomatoes (*Lycopersicon esculentum P. Mill*) and Cabbages (*Brassica oleracea L. var capitata*).

RÉSUMÉ: L'étude a été faite respectivement sur les tomates (*Lycopersicon esculentum P. Mill*) et les choux (*Brassica oleracea L. var capitata*) cultivés dans la localité de Daloa. Elle a porté sur Quatre-vingt-dix échantillons de légumes dont 60 échantillons de tomates et 30 échantillons de choux collectés au cours de trois campagnes de terrains dans une localité de Côte d'Ivoire (Daloa). Ces échantillons ont été traités à l'aide d'un chromatographe en phase liquide de marque SHIMADZU dans le but de déterminer les résidus de pesticides. Les résultats observés révèlent une contamination des tomates (*Lycopersicon esculentum P. Mill*) et des choux (*Brassica oleracea L. var capitata*). En effet, 4 résidus de pesticides dont trois de la famille des organophosphorés (chlorpyrifos, diméthoate, profenophos) et 1 de la famille des pyrèthrinoïdes ont été détectés dans les tomates avec des pourcentages de détection respectifs de 39%, 25%, 22% et 14%. Les résultats de l'analyse ont également montré la présence de quatre autres pesticides dont deux de la famille des organophosphorés (le profenophos et le diazinon) et deux autres de la famille des Carbamates (le carbaryl et le dithiocarbamate) dans les choux avec un taux de détection respectif de 10% et 27%, 10% et 53%. Toutefois, les concentrations résiduelles de pesticides détectées dans les tomates et dans les choux de Daloa sont toutes inférieures aux Normes (LMR) établies par le *Codex Alimentarius*.

MOTS-CLEFS: Résidus, Produits phytosanitaires, Norme, Tomates et Choux.

1 INTRODUCTION

La Côte d'Ivoire, dans sa politique agricole de diversification et d'autosuffisance alimentaire, s'est orientée dans la production des cultures maraîchères ; notamment dans la production des légumes. En effet, riches en vitamines, sels minéraux et protéines, les légumes jouent un grand rôle dans la sécurité alimentaire à savoir: la lutte contre la malnutrition chez les enfants surtout chez les femmes enceintes et les personnes atteintes de maladies cardiovasculaires [1]. Aussi, de par leurs richesses en vitamines, en sels minéraux et en protéines, les légumes, procurent à l'homme une diète équilibrée.

Ainsi, face au souci de satisfaire les besoins alimentaires d'une population en perpétuelle croissance, le gouvernement ivoirien, dans le plan directeur du développement agricole 1992-2015 adopté en juillet 1993, a défini les objectifs majeurs de la politique sectorielle agricole qui s'appuient en partie sur une modernisation des exploitations agricoles. Cette modernisation va s'accompagner par une utilisation croissante des intrants agricoles notamment les pesticides qui occupent une place de choix [2].

Cette utilisation excessive de ces intrants a permis une amélioration des rendements des cultures maraichères notamment la tomate et le chou avec une production mondiale respective de 150 millions [3] de tonnes et de 37 millions de tonnes [4].

Dans la localité de Daloa (Côte d'Ivoire), la culture de la tomate et du chou obéit à ce principe qui consiste à utiliser les produits phytosanitaires dans la chaîne de production. Cependant, des inquiétudes apparaissent chez les consommateurs de ces légumes réputés pour ses valeurs nutritionnelles, car pour être consommés ou exportés, les produits doivent respecter les normes de consommation selon les normes internationales.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude qui a pour but d'évaluer le niveau de contamination de la tomate et du chou par les produits phytosanitaires. Ainsi, de façon spécifique, il s'agira pour nous de déterminer qualitativement et quantitativement les résidus de pesticides présents dans ces fruits et de faire une étude comparative entre la concentration de pesticides présents dans nos matrices avec la LMR (Limite Maximale de Résidus). Ce qui permettra d'envisager la réduction du risque lié à la santé humaine suite à la consommation de ces fruits par les populations.

2 MATERIEL

2.1 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Le matériel d'étude est un ensemble de 90 légumes composé 60 échantillons de tomates (*Lycopersicon esculentum P. Mill*) et de 30 échantillons de choux (*Brassica oleracea L. var capitata*), prélevés par nos soins dans différentes zones périphériques de Daloa (le grand marché, orly et abattoir 1).

2.2 MATÉRIEL D'ANALYSE DES ÉCHANTILLONS

2.2.1 MATÉRIEL DE LABORATOIRE

Le matériel d'analyse pour la détection des résidus de pesticides se compose de: une verrerie, un mixeur électrique pour le broyage des échantillons à analyser, une balance électronique pour la pesée des échantillons, un agitateur pour homogénéiser les extraits d'échantillon, une centrifugeuse pour la séparation des différentes phases des extraits d'échantillon à analyser, un turbovap Buchi pour évaporer les solvants des extraits, un ultrason servant à dissoudre l'échantillon après évaporation des solvants, du papier Wathman pour filtrer les extraits, des pro-pipettes de 100 µL à 1000 µL, des vials pour recueillir l'extrait, une micro-seringue pour l'injection de l'extrait au HPLC et un appareil HPLC pour la séparation des résidus recherchés.

2.2.2 RÉACTIFS ET SOLVANTS

Les solvants sont composés de l'eau bidistillée, du MeOH (Méthanol), du DCM (Dichlorométhane), un tampon borate, du FMOC (Chlorure de Chloroformiate de (9-fluorénylméthyle)), d'hexane, de la soude et de l'acide chloridrique.

3 METHODES

3.1 ÉCHANTILLONNAGE

La méthode utilisée est celle recommandée par la FAO [5]. Cette méthode vise à ce que le prélèvement dans un lot, d'un échantillon soit représentatif en vue de vérifier la conformité des produits aux Limites Maximales de Résidus (LMR).

Afin d'avoir des composites beaucoup plus représentatifs, les échantillons sont prélevés sur trois (3) sites (marchés) de façon aléatoire en raison de vingt (20) tomates et dix (10) choux par site. Ainsi, sur les trois sites soixante (60) tomates et trente (30) choux ont été prélevés. Les échantillons sont emballés dans du papier aluminium avec des étiquettes d'identification puis placés dans du sachet aliment étiqueté. L'ensemble a été conservé dans deux glacières puis transporté en vue de les préparer pour les analyses au laboratoire.

3.2 EXTRACTION DES RÉSIDUS DE PESTICIDES

L'extraction a été faite à froid par élution sur colonne par un solvant approprié. Cette méthode est rapide et a un pouvoir de récupération situé autour de 80 à 90% [6]. En effet, 50 g d'échantillon sont prélevés à partir d'un broyat homogène de chaque légume et mélangés avec 100 mL de 0,02 N HCl /MeOH (80/20, V/V) pendant 5 minutes à l'aide d'un mixeur ultra turrax. Le mélange obtenu est centrifugé à 4000 rpm pendant 15 minutes puis filtré sous vide sur un filtre de verre. Une quantité aliquote (20 mL) de cette solution est ramenée à pH 7,5 avec de la soude diluée et passée sur une colonne Extrelat-20 de marques Merck. Après 20 minutes d'adsorption, l'élution se fait avec 100 mL d'un mélange d'hexane et de dichlorométhane dans les proportions 80% et 20% (V/V). L'éluat est évaporé à sec à l'évaporateur rotatif à 45°C. Les résidus sont récupérés avec du méthanol (2 mL). 20 µL de cette solution méthanolique sont injectées dans le chromatographe liquide à haute performance.

3.3 PURIFICATION

Cette étape a permis d'éliminer les co-extraits; c'est-à-dire d'autres substances pouvant interférer avec les molécules recherchées lors des analyses. Une colonne en verre contenant le fluorisil est conditionnée avec 5 mL d'acétone; les 10 mL d'extrait sont passés 1 à 2 gouttes par second. Le filtrat est recueilli dans un ballon et agité pendant environ une minute puis laissé au repos pendant 10 à 15 minutes. Une aliquote de 5 mL du filtrat est évaporé à sec à 81,6°C dans un rotavapor. Les échantillons sont récupérés avec 5 mL d'hexane puis transvasés dans des fioles pour la quantification des résidus de matières actives.

3.4 IDENTIFICATION ET QUANTIFICATION

La détection des pesticides a été réalisée à l'aide d'une chaîne de Chromatographie Liquide à Haute Performance couplée d'un détecteur Ultra-Violet. La colonne de séparation est une colonne de type shimpack VP-ODS. Les longueurs d'onde des molécules de pesticide se situent entre 210 et 254 nm tandis que les volumes d'injection sont 10 µL et 20 µL. A partir des chromatogrammes obtenus, les molécules chimiques ont été identifiées.

4 RESULTATS ET DISCUSSION

Les tableaux I et II présentent respectivement les résultats d'analyse de recherche de pesticides dans les échantillons de tomates et dans les échantillons de choux provenant des marchés de Daloa.

Tableau 1. Résultats d'analyse des pesticides dans les échantillons de tomates

Résidus de pesticides	TOMATES
	Teneur Moy. (mg/kg)
Profenophos	0,09
Chlorpyrifos	0,16
diméthoate	0,10
Cypermétrine	0,06

Tableau 2. Résultats d'analyse des pesticides dans les échantillons de choux

Résidus de pesticides	CHOUX
	Teneur Moy. (mg/kg)
diazinon	0,27
dithiocarbamate	0,6
Profenophos	0,13
carbaryl	0,35

Il ressort du tableau I tout comme du tableau II, la présence d'une part des résidus de pesticides (le chlorpyrifos, le diméthoate, le profenophos et la cypermétryne) à des concentrations respectives de 0,16 mg/kg; 0,10 mg/kg; 0,09 mg/kg et 0,06 mg/kg dans les tomates et d'autre part, des résidus de pesticides (le profenophos, le carbaryl, le diazinon et le dithiocarbamate) avec des concentrations respectives de 0,13 mg/kg; 0,35 mg/kg; 0,27 mg/kg et 0,6 mg/kg dans les choux. Leur présence pourrait s'expliquer par leur utilisation dans le cadre de la lutte contre les nuisibles afin de rehausser la productivité des légumes d'une part, et d'autre part du fait de l'ignorance de certains producteurs quant à la bonne pratique agricole [7]. Aussi le transfert, la volatilisation et la persistance de ces produits pourraient être des sources de contamination de ces légumes [8].

4.1 NIVEAU DE CONTAMINATION DES TOMATES ET DES CHOUX DES DIFFÉRENTS MARCHÉS DE DALOA

La figure 1 et 2 présentent respectivement les résidus de pesticides détectés et les pourcentages de détection des pesticides dans les tomates sur les marchés d'Orly, d'Abattoir 1 et du Grand Marché de Daloa.

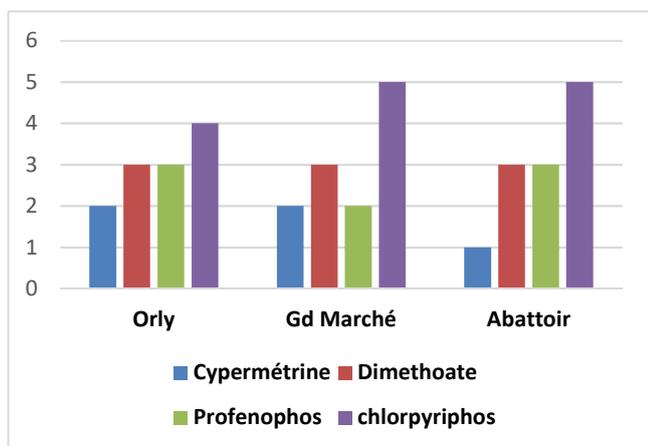


Fig. 1. Résidus de pesticides détectés dans les tomates des différents marchés de Daloa

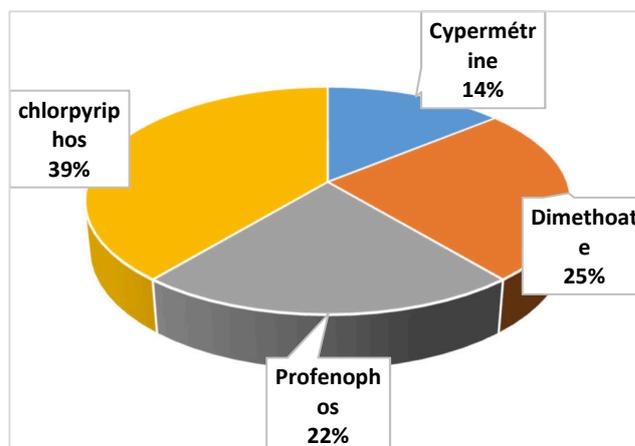


Fig. 2. Pourcentages de détection des pesticides dans les tomates

Les résidus de pesticides trouvés dans les tomates de Daloa sont de la catégorie des insecticides. Ils appartiennent dans leur majorité à la famille des organophosphorés: le chlorpyrifos, le diméthoate et le profenophos avec des pourcentages de détection respectifs de 39%, 25%, 22% suivis de la cypermétryne de la famille des pyréthrinoïdes avec un taux de détection de 14%. (Figure 2).

Quant aux figure 3 et 4, elles présentent respectivement les résidus de pesticides détectés et les pourcentages de détection des pesticides dans les choux sur les mêmes sites.

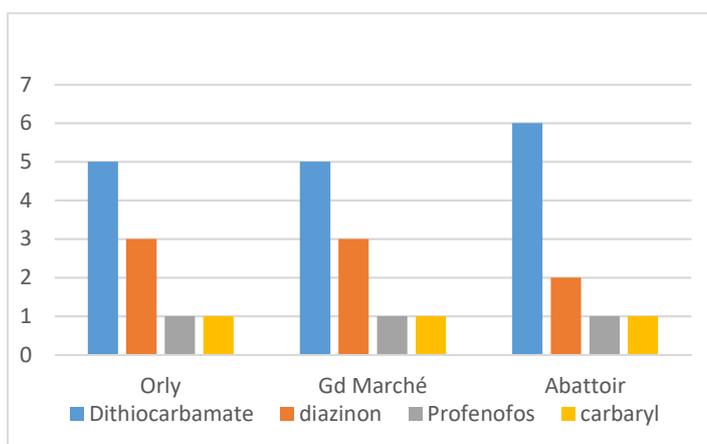


Fig. 3. Résidus de pesticides détectés dans les choux des différents marchés de Daloa

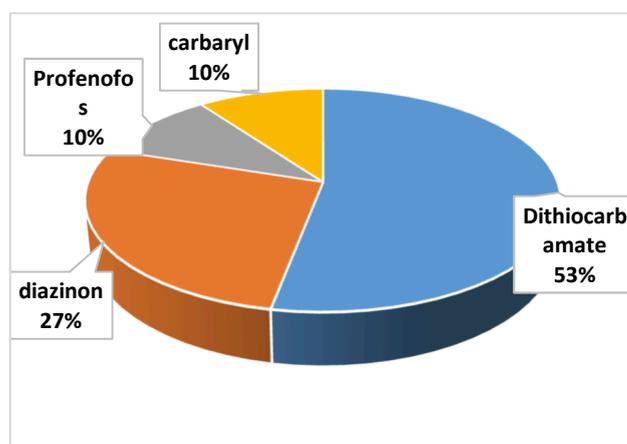


Fig. 4. Pourcentages de détection des pesticides dans les choux

L'analyse des figures 3 et 4 montre la présence de quatre (4) substances actives dans les choux. Deux sont de la famille des organophosphorés: le profenophos et le diazinon avec un taux de détection respectif de 10% et 27% (figure 4). Les deux autres sont de la famille des Carbamates: le carbaryl et le dithiocarbamate avec un taux de détection respectif de 10% et 53% (figure 4). Ces substances sont toutes de la catégorie des insecticides, sauf le dithiocarbamate appartenant à la famille des fongicides.

En effet, selon les travaux de Congo (2013) réalisés sur les maraîchers au Burkina, ces deux familles de pesticides sont la plupart utilisées en cultures maraîchères. Dans cette même étude, l'enquête réalisée auprès des paysans Burkinabés a révélé que sur 20 pesticides utilisés, 15 sont des insecticides et 2 des fongicides. Quant à l'étude réalisée par Ahouangninou en 2013, il affirme par une enquête menée dans le sud-Benin, que les principaux pesticides utilisés en cultures maraîchères sont les insecticides (100%) et les fongicides (82,74%). En effet, le maraîchage est une activité pratiquée généralement dans les bas-fonds en raison de ses besoins réguliers en eau. Toutefois ces zones représentent de véritables sources de nuisances pour ces cultures. Les travaux de Ngom [9] révèlent une plus grande utilisation des pesticides organophosphorés comparés aux autres familles. En réalité, l'utilisation des organophosphorés est mondialement importante en raison de leur faible coût, de leur large spectre d'activité et de leur faible persistance dans l'environnement [10].

4.2 TENEURS MOYENNES DES RÉSIDUS DE PESTICIDES DANS LES LÉGUMES (TOMATES ET CHOUX)

Les figures 5 et 6 présentent respectivement les concentrations moyennes des résidus de cyperméthrine, de profenophos, de chlorpyriphos et du diméthoate détectés dans les tomates et celles des résidus de dithiocarbamate, de profenophos, de diazinon et du carbaryl détectés dans les choux provenant de Daloa.

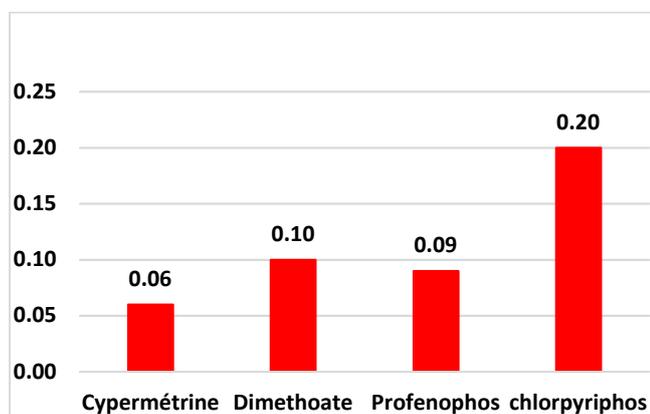


Fig. 5. Teneurs moyennes des résidus de pesticides détectées dans les tomates

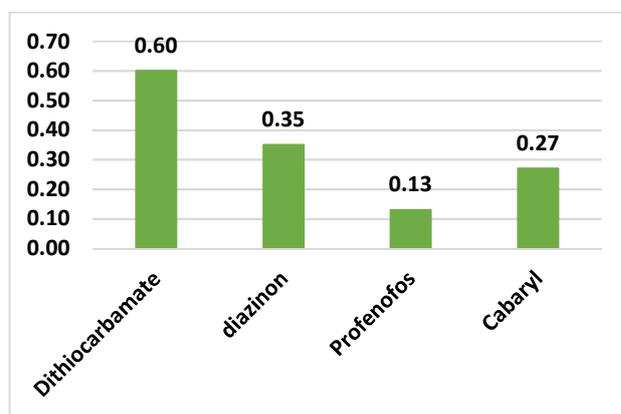


Fig. 6. Teneurs moyennes des résidus de pesticides détectées dans les choux

Il ressort de la figure 5 que le chlorpyriphos a la concentration la plus élevée (0,2 mg.kg⁻¹) et la cyperméthrine la concentration la plus basse (0,06 mg.kg⁻¹). Quant au diméthoate et le profenophos, ils ont sensiblement les mêmes concentrations respectives de 0,1 mg.kg⁻¹ et 0,09 mg.kg⁻¹. Par contre la figure 6 montre après analyse, que le dithiocarbamate (0,60 mg.kg⁻¹) a la concentration la plus élevée, suivi du diazinon (0,35 mg.kg⁻¹) puis du carbaryl (0,27 mg.kg⁻¹) et du Profenophos (0,13 mg.kg⁻¹).

5 COMPARAISON DES TENEURS DES RÉSIDUS DES PESTICIDES DÉTECTÉES DANS LES LÉGUMES AVEC LES NORMES (CODEX ALIMENTARIUS)

Les tableaux III et IV comparent respectivement les concentrations moyennes des résidus de pesticides dans les tomates et dans les choux de Daloa avec les normes du *Codex Alimentarius*

Tableau 3. Comparaison de la concentration moyenne des résidus de pesticides détectés dans les tomates avec les normes (Codex alimentarius, 2010) [11]

Légume	TOMATES			
	Cyperméthrine	Diméthoate	Profenophos	chlorpyriphos
teneurs (mg/kg)	0,06	0,10	0,09	0,20
Normes (mg/kg)	0,5	1	2	0,5

Tableau 4. Comparaison de la concentration moyenne des résidus de pesticides détectés dans les choux avec les normes (Codex alimentarius, 2010) [11].

Légume	CHOUX			
	Dithiocarbamate	diazinon	Profenofos	Cabaryl
teneurs (mg/kg)	0,60	0,35	0,13	0,27
Normes (mg/kg)	5	0,5	1	4

L'analyse de ces deux tableaux montre que le chlorpyrifos a la concentration la plus élevée dans les tomates (0,2 mg/kg) et le dithiocarbamate, la concentration la plus élevée dans les choux (0,60 mg/kg). Toutefois, ces deux tableaux montrent que les concentrations moyennes des résidus de pesticides détectés dans les échantillons de tomates et dans les échantillons de choux sont inférieures aux normes du *Codex Alimentarius*.

Au regard des normes fixées par le *Codex Alimentarius*, tous les tomates et choux provenant de Daloa présentent une conformité. En effet, les teneurs moyennes des résidus de pesticides détectés dans les différents échantillons de tomates et de choux sont en dessous des seuils (Tableaux III et IV). Cela pourrait s'expliquer soit par le fait que ces paysans utilisent les bonnes pratiques agricoles telles que le délai de récolte, le dosage, la fréquence d'utilisation...etc qui sont les clés de la réussite d'une agriculture saine et sans danger pour le consommateur. Soit une infime partie des résidus de pesticides contaminent ces parcelles par volatilisation et par transfert [8].

Aussi, Onil *et al.* [11], affirment-ils qu'en matière de sécurité alimentaire, le respect du délai constitue, avec l'utilisation de bonnes pratiques agricoles et de techniques alternatives aux pesticides, la principale mesure préventive permettant d'atteindre des niveaux résiduels faibles de pesticides dans les aliments. A cela, s'ajoute le manque de moyens financiers qui serait une raison fondamentale de conformité des normes. Les producteurs qui n'ont pas de moyens pour se procurer les pesticides produisent des légumes sans toutefois utiliser de pesticides. Cela favorise une production légumière de bonne qualité intrinsèque (dépourvue de résidus) mais de mauvaise qualité extrinsèque (faible rendement, légumes présentant des taches et souvent de petite taille).

RÉFÉRENCES

- [1] Sangaré A., Koffi E., Akamou F. & Fall C. A., État des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture: Second rapport national, Côte d'Ivoire 65p., 2009.
- [2] N'Dah E., Plan de gestion des pestes et pesticides. Projet d'Appui au Secteur de l'Agriculture de Côte d'Ivoire (PSAC), rapport final 1 Côte d'Ivoire 55 p., 2012.
- [3] Grasselly D., Navez B. & Letard M., Tomate, pour un produit de qualité. Lavoisier. pp 25-35. 2000.
- [4] Gry L., Revenons dans l'univers des choux, Semences et Progrès N°. 73, 1992.
- [5] Food et Agricultural Organization (FAO), Utilisation efficace et sans risques des pesticides en Afrique. UNDP / FAO, Rome, 19 p., 1995.
- [6] Dembele A., Biomonitoring des pesticides organochlorés avec les œufs de volailles (*Gallus gallus domesticus*) dans le Nord de la Côte d'Ivoire: résidus et effets toxicologiques. Thèse, dipl. Ph D., Saarbrücken. 268 p., 1992.
- [7] Ngom S., Traore S., Thiam B.M. & Manga A., Contamination des produits agricoles et de la nappe phréatique par les pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal. Rev. Sci. Technol, synthèse 25, pp. 119–130., 2012.
- [8] Traoré K.S., Contribution à l'étude des pesticides et produits pharmaceutiques en régions agricoles de Côte d'Ivoire: Suivi, risques à la santé et remédiations. Thèse d'Etat, Université d'Abobo Adjamé, Abidjan, 325 p., 2008.
- [9] Diop A., Diagnostic des pratiques d'utilisation et quantification des pesticides dans la zone des Niayes de Dakar Sénégal. Thèse de doctorat, Discipline de Chimie Analytique, Université du Littoral Côte d'Opale, 244 p., 2013.
- [10] Codex Alimentarius (FAO/OMS), Résidus de pesticides dans les aliments (limites maximales de résidus). Ed. FAO. 87 p., 2010.
- [11] Onil S., Louis S-L., Phaneuf D., Stéphane Buteau S., Bourgault M-H. & Belleville D., Mesures de réduction de l'exposition aux pesticides dans les aliments (Institut National de Santé Publique du Québec). Direction de la santé environnementale et de la toxicologie N° 1165, 108 p. <http://www.inspq.qc.ca>, 2010.