

Contamination des produits agricoles et de la nappe phréatique par les pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal

Saliou Ngom¹, Traore Seydou², Mamadou Bocar Thiam¹, Manga Anastasie²

¹ Laboratoire de chimie, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), BP 2057, Dakar, Hann (Sénégal).

² Département de Biologie Végétale, Laboratoire de Phytosanitaire et de Protection des Végétaux Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), BP 5005 Dakar Hann (Sénégal).

Révisé le 28/04/2012

Accepté le 18/06/2012

ملخص

في السنغال كشفت التحقيقات في المنطقة الزراعية بنيابي سوء إدارة المبيدات من قبل المنتجين غير المبالين عن تأثير هذه المبيدات على البيئة ونوعية الإنتاج. إن التحليل الكروماتوغرافي أظهر بعد استخراج وتنقية وجود فضلات المبيدات في المنتجات الزراعية المأخوذة من الحقول مع تلوث بالديكلوفول (0.005 إلى 2.050 ملغ/كغ) و بالإنديسوفال (0.006 إلى 0.095 ملغ/كغ) هذا التلوث أكثر وجوداً في موقع ثاروي و تلوث بالميتاميدوفوس (0.010 إلى 0.100 ملغ/كغ) موجود في موقع بيكين . في مليكة و نياغا أظهر الديمتوات و الإندوسلفان تلوثاً كبيراً مع القيم المتوسطة التي تتراوح ترتيباً بين 0.011 إلى 0.035 ملغ/كغ و 0.005 إلى 0.170 ملغ/كغ. الديمتاميتيرين مكشوف أيضاً في العينات ولكن في كثير من الأحيان على مستويات أقل من الحدود القصوى للمخلفات. فالتلوث بشكل مصدر قلق لأنه تم الكشف عن المبيدات أيضاً في عينات أخذت في أسواق المواد الغذائية في الضواحي . وكشفت نفس التحليلات التي أجريت على الآبار الموجودة في المنطقة وجود المبيدات المستهدفة في جميع عينات المياه التي تم تجميعها مع درجات متوسطة متراكمة لكل بئر فيما بين 0.53 و 46.20 غرام/لتر. فتسعة و ثلاثون من خمسة و أربعين بئراً شملها الاستطلاع ملوثة ببقايا المبيدات ذات تركيزات أعلى عن المعايير المنظمة العالمية للصحة .

الكلمات المفتاحية: المبيدات الحشرية - التلوث - المنتجات الزراعية - ماء الآبار - نيابي بالسنغال

Résumé

Au Sénégal, les enquêtes menées dans la zone agricole des Niayes ont révélé une mauvaise gestion des pesticides de la part des producteurs peu soucieux de leur impact sur l'environnement et la qualité des productions. L'analyse chromatographique après extraction et purification a montré la présence de résidus de pesticides dans les produits agricoles prélevés au niveau des champs avec une contamination au dicofol (0.056 à 2.050 mg/kg), et à l'endosulfan (0.006 à 0.095 mg/kg) plus importante dans le site de Thiaroye et au métamidophos (0.010 à 0.100 mg/kg) dans le site de Pikine. Dans les sites de Malika et Niaga, le diméthoate et l'endosulfan ont montré une contamination majeure avec des valeurs moyennes respectives qui varient entre 0.011 et 0.035 mg/kg et 0.005 et 0.170 mg/kg. La deltaméthrine a été détectée dans tous les prélèvements mais à des teneurs le plus souvent inférieures aux limites maximales admises (LMR). La contamination est inquiétante car les pesticides ont été détectés également dans les prélèvements effectués au niveau des marchés de produits alimentaires de la banlieue. Les mêmes analyses effectuées sur les puits situés dans la zone ont révélé la présence des pesticides cibles dans tous les échantillons d'eau collectés avec des teneurs moyennes cumulées par puits comprises entre 0.53 et 46.20 µg/l. Trente neuf sur les quarante cinq puits prospectés ont été contaminés par les résidus de pesticides dont les concentrations sont supérieures aux normes de l'organisation mondiale de la santé.

Mots clés : Pesticides - Contamination - Produits agricoles - Eau de puits - Niayes du Sénégal.

Abstract

In Senegal, the surveys conducted in the agricultural of the Niayes region have revealed mismanagement of pesticides from farmers who are unconcerned about their impact on the environment and quality of productions. Chromatographic analysis after extraction and purification have shown the presence of pesticide residues in the vegetable samples collected directly at the level of farms with an contamination for dicofol (0.056 to 2.050 mg/kg) and endosulfan (0.006 to 0.095 mg/kg) more important in Thiaroye area and methamidophos (0.010 to 0.100 mg/kg) in Pikine area. In the sites of Malika and Niaga, the dimethoate and the endosulfan have shown a major contamination with mean values ranging between 0.011 and 0.035 mg/kg and 0.005 and 0.170 mg/kg. Deltamethrin was detected in all samples but at levels often below the allowed maximum limits (AML). The contamination is more worrying because pesticides have been detected also in samples collected in the food markets in the suburbs. The same analyzes performed on the wells in the area have shown the presence of pesticide in all water samples with cumulated concentrations in wells ranging from 0.53 to 46.20 µg/l. Thirty-nine of the forty five wells sampled have shown concentrations of pesticides higher than the standards established by the WHO.

Key words : Pesticides- Contamination- Agricultural produces- Well water- Niayes of Dakar.

Auteur correspondant : ngomsaliou@gmail.com

1. INTRODUCTION

Au Sénégal, l'agriculture périurbaine pratiquée dans la zone des Niayes occupe une place importante dans l'approvisionnement des populations en produits agricoles. Elle fournit plus de 80 % de la production nationale en légumes et 40 % en fruits, soit au total une production annuelle de l'ordre de 386 000 tonnes [1]. La production est essentiellement destinée au marché intérieur. Toutefois, les exportations de produits agricoles ont connu une hausse importante ces dernières années avec un volume annuel de l'ordre de 6 000 à 13 300 tonnes entre 1998 et 2006, soit une augmentation de plus de 51 % [2]. La zone des Niayes présente des conditions agro-écologiques favorables à l'agriculture mais, avec la poussée démographique importante enregistrée durant ces dernières décennies dans la région de Dakar, une forte concurrence dans l'occupation foncière pour l'habitation est observée avec pour conséquence une réduction considérable des exploitations agricoles. Dès lors, pour maintenir le niveau de leur production les maraîchers adoptent des techniques de production intensive avec un usage abusif des pesticides. Au total, l'agriculture sénégalaise utilise en moyenne annuellement 598 tonnes de pesticides solides et 1 336 560 litres de pesticides liquides pour une valeur de près de 10 milliards de francs CFA [3]. L'agriculture reste le secteur qui utilise plus de ces produits chimiques et particulièrement dans la zone des Niayes. L'utilisation incontrôlée des pesticides a permis d'améliorer significativement les rendements [4, 5] mais est aussi probablement pour beaucoup à l'origine d'effets potentiellement préjudiciables pour la santé humaine et pour l'environnement [6 - 9].

Les pesticides font actuellement l'objet d'une préoccupation mondiale. En effet, le nombre de maladies et de décès liés aux pesticides ne cesse de croître. Selon la FAO, près de 750 000 personnes contractent, chaque année, une maladie chronique telle que les cancers suite à une exposition à des pesticides. Plus de 20 000 décès accidentels et 3 millions d'empoisonnements liés aux pesticides sont annuellement recensés. En outre, plusieurs pathologies leur sont directement associées dans le long terme, notamment des malformations congénitales, des déficiences mentales, des troubles neurologiques et de la reproduction, des perturbations endocriniennes,

un affaiblissement du système immunitaire et certains cas de cancers [8, 10, 11]. Bien que la part de l'Afrique dans la consommation mondiale de pesticides ne représente que 4 %, il n'en demeure pas moins qu'elle reste l'une des régions où les pesticides causent le plus de dégâts. Le Sénégal n'est pas épargné par les problèmes des intoxications liées aux pesticides avec plus de 500 cas enregistrés en 2007 [4]. Les sources diffuses de la pollution par les pesticides peuvent provenir des trois milieux de l'environnement (sol, air, eau). Leur toxicité peut également affecter les organismes non ciblés. Ainsi beaucoup d'insectes comme les abeilles non nuisibles sinon au contraire très utiles pour l'environnement et/ou l'homme sont le plus souvent éliminés par les pesticides utilisés dans l'agriculture [12].

Face à ces dégâts, l'utilisation irrationnelle des pesticides constitue un sujet d'inquiétude. Il devient donc urgent de mettre au point un référentiel sur la problématique pour attirer l'attention des décideurs. Notre étude entre dans ce cadre avec pour objectif d'évaluer l'état de contamination des productions agricoles et de la nappe phréatique par les pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal.

2. MATERIEL ET METHODES

2. 1 Présentation de la zone d'étude

Située le long du littoral nord du Sénégal, la zone des Niayes est une bande de terre de 180 km de long sur une vingtaine de kilomètres de large allant de Dakar à St-Louis (Fig. 1). Sur le plan climatique, la zone jouit d'un climat doux favorisé par la circulation dominante de l'alizé maritime issu de l'anticyclone des Açores. Les températures moyennes dépassent rarement 25 et 30°C alors que l'humidité relative est comprise entre 60 et 80 %. Inscrites dans la moitié sud de la zone sahélienne, les Niayes sont caractérisées par l'alternance de deux saisons annuelles : une saison humide concentrée sur trois mois (juillet, août et septembre) et une saison sèche qui dure les autres neuf mois. La pluviométrie a connu une diminution des volumes de pluies enregistrés ces dernières décennies et reste comprise entre l'isohyète 300 mm et 500 mm. Des précipitations qualifiées d'ocultes et appelées « *heug* », ou pluies des mangues, surviennent souvent en saison sèche, notamment durant la

période froide (décembre, janvier et février). Ces précipitations issues d'intrusion de masses d'air polaire, irrégulières et peu abondantes,

sont cependant d'une grande importance pour la pratique des cultures de contre-saison dans ce milieu.

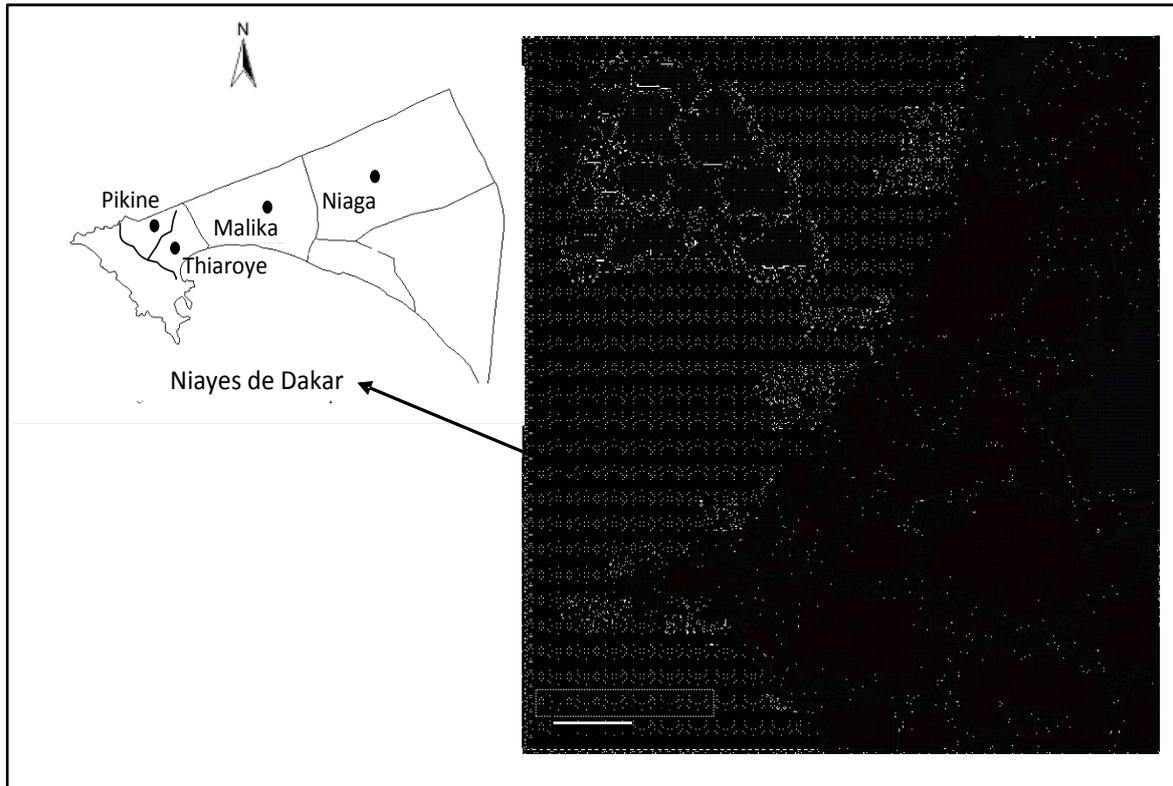


Figure 1. Situation géographique de la zone des Niayes [13].

La zone des Niayes constitue un milieu assez original caractérisé par des dunes et des dépressions maintenues humides ou inondées pour une bonne partie de l'année par une nappe phréatique subaffleurante (Fig. 2) [14]. La nappe phréatique est utilisée pour l'alimentation en eau de la population riveraine, l'abreuvement des animaux et pour les besoins agricoles. L'ensemble de ces facteurs fait que la zone des Niayes reste aujourd'hui un milieu très convoité à la fois pour des besoins agricoles et d'habitation.

Elle est la deuxième zone d'exploitation agricole après le Bassin arachidier avec un taux de 65 % alors que l'ensemble des terres cultivables ne dépasse pas 1 % [1]. En outre, les exploitations agricoles sont proches du consommateur d'où l'écoulement facile de la production. Cependant, les conditions écologiques favorables à l'agriculture influencent aussi un parasitisme divers que les agriculteurs surmontent avec l'usage des pesticides.

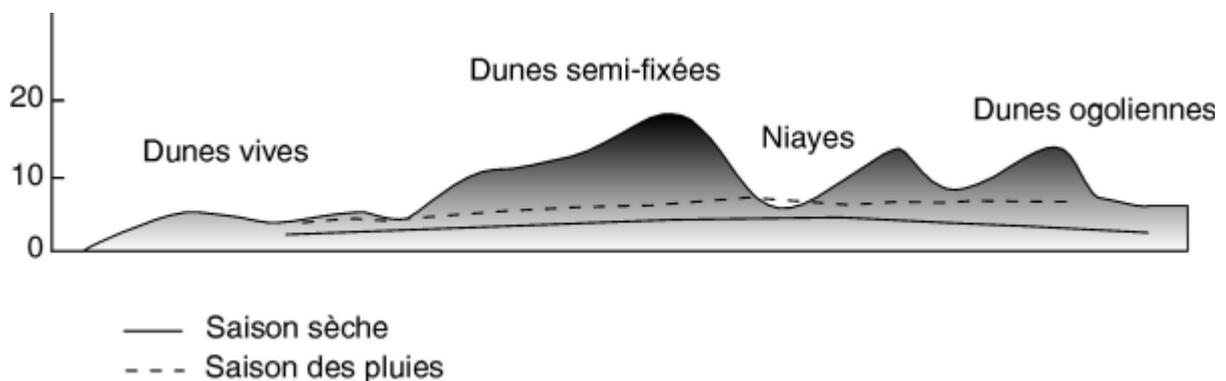


Figure 2. Niveau de fluctuation de la nappe phréatique suivant les saisons [14]

2. 2 Echantillonnage

L'étude des pratiques d'utilisation des pesticides a été effectuée sur la base d'une approche participative sous forme d'enquêtes menées auprès des producteurs. Un échantillonnage de 400 maraîchers choisis au hasard et répartis dans 4 sites (Pikine, Thiaroye, Malika et Niaga) a été réalisé dans la zone d'étude (Fig. 1).

Pour l'évaluation des niveaux de contamination des produits agricoles par les pesticides, les prélèvements ont été faits dans les exploitations agricoles, juste après la cueillette et aussi dans les marchés de produits alimentaires de la banlieue. Quarante-vingt-dix (90) échantillons de produits maraîchers (tomate, aubergine, piment, chou, oignon et laitue) ont été analysés dont 72 prélevés au niveau champs et 18 prélevés au niveau marché répartis comme suit : trois (3) échantillons/spéculation/site au niveau champs et trois (3) échantillons/spéculation au hasard au niveau marché. Conditionnés avec du papier aluminium, les échantillons ont été transportés au laboratoire dans des glacières et conservés au réfrigérateur jusqu'à l'analyse.

Pour l'étude de la pollution de la nappe phréatique par les pesticides, l'échantillonnage a été effectué en fin hivernage (entre octobre et novembre 2010), période pendant laquelle les puits sont fortement remplis par les eaux de pluies. Les prélèvements d'eau ont été effectués en zone périurbaine et uniquement au niveau des trois sites de Thiaroye, Malika et Niaga. Quarante-cinq (45) puits soit 15 puits/site ont été prospectés. L'étude n'a pas pris en compte la nappe phréatique au niveau de Pikine dans la mesure où cette zone est entièrement située en milieu urbain et les producteurs utilisent pour la plupart des eaux usées traitées et drainées par la station d'épuration de Cambérène installée à proximité des exploitations agricoles. Les prélèvements ont été effectués dans des flacons en verre préalablement rincés à l'eau distillée et stérilisés. A l'échantillonnage, les flacons sont d'abord lavés trois fois avec l'eau du puits avant d'en prélever. Les échantillons ont été transportés au laboratoire dans des glacières contenant de la glace puis conservés à 4 °C au réfrigérateur jusqu'à l'analyse. Du papier aluminium a été placé sous le bouchon avant la fermeture hermétique du flacon pour éviter tout échange entre le plastique et les pesticides.

2. 3 Choix des pesticides

Le monitoring des pesticides obtenu à partir des enquêtes a été utilisé comme référentiel pour le choix des substances actives analysées. Compte tenu des différentes propriétés physico-chimiques (vitesse de dégradation, solubilité dans l'eau) des pesticides et aussi de leur degré de toxicité, il était important d'estimer la contamination par classe chimique. Ainsi, les matières actives les plus utilisées dans chaque classe chimique (le méthamidophos et le diméthoate pour les organophosphorés, le dicofol et l'endosulfan pour les organochlorés et la déltaméthrine pour les pyréthrinoïdes) ont été ciblées. Ces cinq substances représentant plus de 65 % des pesticides utilisés dans la zone, leur quantification permet donc de mesurer, de façon assez représentative, le niveau de contamination de la nappe phréatique et des produits horticoles.

2. 4 Extraction et séparation

Pour les produits agricoles, une micro-extraction de l'échantillon finement broyé avec de l'acétonitrile légèrement acidifié a été réalisée. En s'inspirant de la littérature [15, 16], la purification des extraits a été effectuée par centrifugation en présence de sulfate de sodium anhydre et du noir de charbon graphité pour mobiliser les substances colorées (chlorophylle et carotène) non actives par précipitation. L'extraction et la séparation sont résumées en trois étapes :

Etape 1 : 10 g de l'échantillon broyé finement à l'aide d'un mixeur et 10 ml de solution d'acétonitrile acidifié à un pH de 5.5 environ avec un tampon acide acétique/acétate ont été introduits dans un tube à centrifuger de 50 ml. Un (1) gramme d'acétate de sodium anhydre et quatre (4) grammes de Na₂SO₄ anhydre sont ajoutés dans le tube après une agitation vigoureuse pendant 1 minute à l'aide d'un vortex. Le tube a été ensuite centrifugé pendant 5 minutes à 4000 tr/min.

Etape 2 : Un aliquote de 6 ml du surnageant est transféré dans un tube à centrifuger de 15 ml contenant 300 mg de sulfate de sodium anhydre et du charbon actif (20 mg pour le concombre et le chou, 30 mg pour le piment et la laitue et 10 mg pour les autres types de spéculations). Le tube est agité vigoureusement pendant une minute puis centrifugé pendant 4 min à 4000 tr/min.

Etape 3 : Le surnageant transféré dans un tube est mis dans le congélateur pendant une heure au moins. Le surnageant obtenu de l'extrait congelé après centrifugation est alors récupéré à l'aide d'une pipette pasteur pour injection au chromatographe.

Pour l'analyse de l'eau, une extraction liquide-liquide est effectuée. Le dichlorométhane et l'hexane sont utilisés comme solvant d'extraction des résidus de pesticides et le méthanol comme solvant de récupération. L'extrait concentré par évaporation à l'aide d'un évaporateur rotatif est récupéré avec du méthanol.

2.5 Lecture des teneurs en résidus de pesticides dans les extraits

La lecture des extraits est effectuée à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse (CPG) de marque Agilent Technologies, muni d'un micro-détecteur à capture d'électron adapté pour la détection des résidus de pesticides possédant des groupes fonctionnels électro-négatifs (halogéné, phosphoré, azoté, cycle aromatique, etc.). Une colonne capillaire de type DB-17 MS, d'une longueur de 30 m, d'un diamètre interne de 250 μm et d'une épaisseur de 0.25 μm est utilisée. L'azote de haute pureté est utilisé comme gaz vecteur et l'injection est réalisée en mode Split splitless avec un volume d'injection de 2 μl . Les températures de l'appareillage sont programmées comme suit :

- la chambre d'injection : 275°C avec une pression de 20.72 psi ;
- la colonne : 75 °C pendant 0.5 mn, 75-300 °C avec un débit de 10 °C/mn et 300 °C pendant 7 mn ;
- le détecteur : 325 °C.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Utilisation des pesticides dans la zone des Niayes

Les résultats de l'enquête ont montré l'absence de professionnalisme dans les exploitations agricoles. Ces résultats confirment ceux d'autres auteurs [5, 17 - 20] qui ont informé d'une utilisation massive et incontrôlée des pesticides dans l'agriculture en Afrique de l'Ouest. Selon certains auteurs [18, 21], le non respect des doses recommandées par le fabricant a entraîné une résistance des ravageurs à la plupart des insecticides couramment utilisés. Il en résulte une forte

pression parasitaire qui exige des traitements appropriés pour réduire les dégâts causés par les ravageurs afin d'améliorer les rendements. Dans la zone des Niayes, les producteurs sont, en général temporaires dans le système et ignorent totalement les bonnes pratiques agricoles surtout en ce qui concerne l'utilisation des pesticides (délai d'application, doses appliquées, fréquence de traitements, etc.). Ils se focalisent uniquement dans la logique productiviste avec l'utilisation fréquente des produits chimiques pour améliorer les rendements. Le facteur prix constitue aussi un paramètre déterminant dans le choix du pesticide. Ces facteurs sont aggravés par le taux d'analphabétisme très élevé (75 % des maraîchers). Les maraîchers ignorent les informations figurant sur l'emballage des pesticides. En plus de l'analphabétisme, les producteurs s'approvisionnent en pesticides dans le marché noir et pour la plupart auprès des détaillants et marchands ambulants eux aussi très souvent analphabètes. Des études similaires menées à Parakou au Bénin ont montré que les circuits d'approvisionnement en pesticides sont pratiquement les mêmes dans toute la région Ouest africaine [18]. Le dosage recommandé par le fabricant du pesticide est ignoré par les maraîchers. Les couvercles des flacons de conditionnement sont utilisés pour les mesures sans tenir compte de la différence entre la taille des emballages. Le non-respect du délai avant récolte favorise aussi la contamination des produits agricoles. Concernant l'application des pesticides, le traitement par aspersion à l'aide d'une pompe manuelle est pratiqué chez la majorité des maraîchers (93.6 %). Par contre, les producteurs ne disposant pas d'une pompe utilisent à la place des arrosoirs. Cette pratique peut favoriser une contamination importante de la nappe phréatique par les résidus de pesticides. Une grande variété de pesticides a été notée dans le milieu avec toutes les classes chimiques existantes (organophosphorés, organochlorés, carbamates et pyréthrinoides) (Fig. 3). Les organophosphorés sont les plus utilisés (54.3 %), suivis des carbamates (21.2 %), des organochlorés (8.7 %), des pyréthrinoides (6.1 %). D'autres produits non identifiés (9.7 %) et supposés frauduleux à cause de l'inexistence d'étiquettes ont été aussi trouvés avec les maraîchers. Comparée à celle constatée dans les études antérieures [5], la tendance demeure la même. Des organochlorés comme l'endosulfan non destinés aux cultures vivrières sont encore utilisés par les maraîchers. Ces pratiques

dangereuses longtemps évoquées dans la littérature s'expliquent par le détournement des pesticides du cotonnier dans le maraîchage [19]. Les pyréthrinoides qui sont les pesticides les moins toxiques sont encore peu utilisés par les maraîchers à cause de leur prix plus élevé par rapport aux autres groupes, en particulier les organochlorés et les organophosphorés. Les organophosphorés sont aussi plus importants en nombre dans la gamme de pesticides utilisés par les maraîchers avec 6 matières actives (méthamidophos, diméthoate, malathion, chlorpyrifos-éthyl, fénitrothion et éthoprophos) pour 13 formules chimiques (Fig. 4). Les organophosphorés sont suivis des organochlorés avec 2 matières actives (endosulfan et dicofol) pour 7 formules commerciales puis des carbamates avec 3 matières actives (manèbe, méthomyl et carbofuran) présentes dans 4 formules chimiques. Par contre, pour la classe des pyréthrinoides, la déltaméthrine est la seule matière présentement utilisée dans la zone. Par matière active individuelle, l'enquête a montré une plus grande utilisation du méthamidophos et du diméthoate chez les organophosphorés, du dicofol et de l'endosulfan chez les organochlorés, et de la deltaméthrine pour les pyréthrinoides.

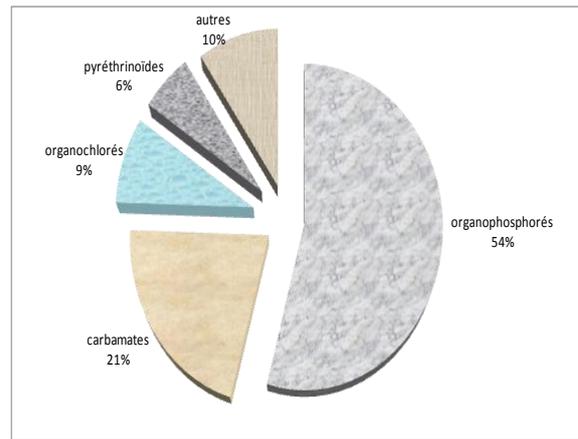


Figure 3. Répartition chimique des pesticides utilisés dans la zone des Niayes.

Ces résultats confirment ceux de la littérature [14] sur l'insuffisance de la réglementation relative à l'usage des pesticides au Sénégal. Contrairement aux recommandations relatives à l'interdiction des pesticides des classes Ia et Ib (fort dangereux) dans les pays en développement [22], le méthamidophos (classé Ib) représente aujourd'hui la matière active la plus utilisée dans la zone des Niayes.

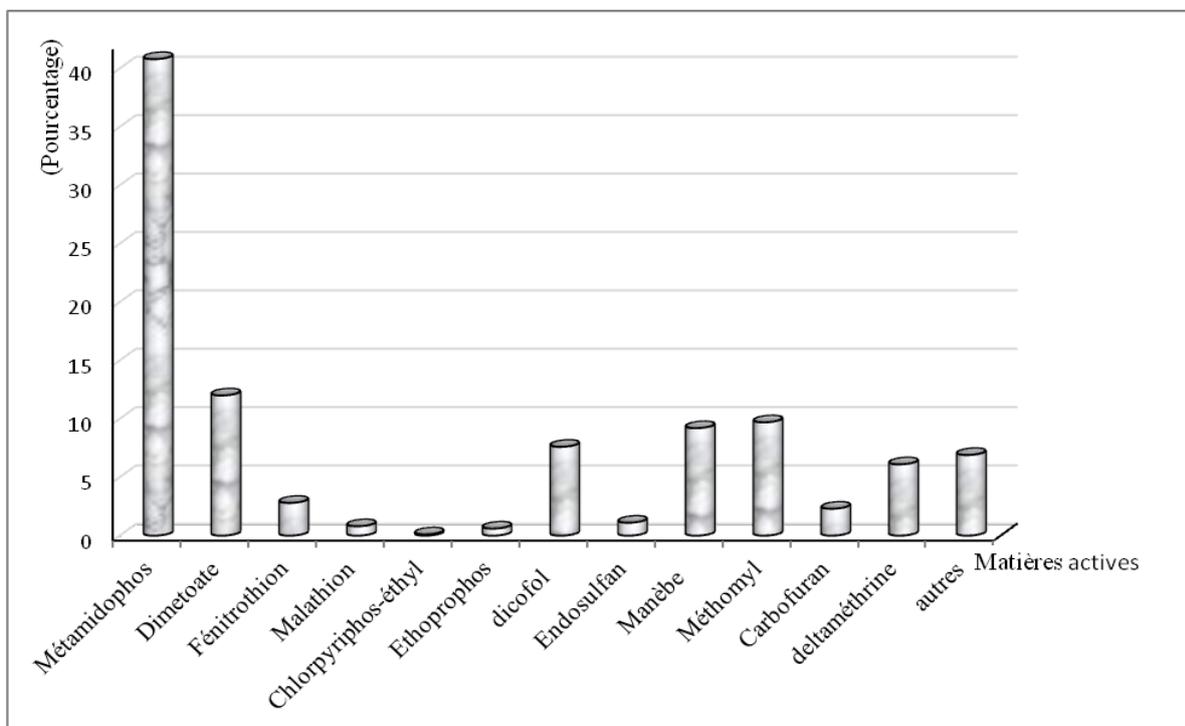


Figure 4. Matière active des pesticides utilisés dans la zone des Niayes

3.2 Contamination des produits agricoles par les pesticides

Les teneurs en résidus de pesticides dans les produits agricoles prélevés au niveau des exploitations agricoles (Tab. 1) sont, pour la plupart, supérieures aux normes de la FAO/OMS et de l'Union européenne [23, 24].

Le métamidophos est la substance active retrouvée régulièrement à des teneurs élevées dans les produits agricoles. Il représente la matière active la plus fréquente dans le milieu selon les différentes enquêtes menées dans la zone entre 2007 et 2008.

Toutes les spéculations analysées ont montré des concentrations moyennes en métamidophos supérieures ou égales à la LMR (0.01 mg/kg). La laitue, le chou, l'oignon et l'aubergine ont montré la plus forte contamination par le métamidophos avec des concentrations moyennes respectives de 0.080 mg/kg, 0.075 mg/kg, 0.055 mg/kg et 0.043 mg/kg. Cependant, le niveau de contamination des prélèvements effectués aux champs n'est pas corollaire à la fréquence d'utilisation par les pesticides dans la zone.

La deltaméthrine qui représente, durant la période de l'enquête, la matière active la moins utilisée chez les producteurs a été détectée dans la majorité des échantillons. Le piment et le chou ont présenté des teneurs en deltaméthrine supérieures aux LMR avec des valeurs moyennes respectives de 0.213 et 0.200 mg/kg contre 0.02 et 0.1 mg/kg pour leur LMR.

Les pesticides recherchés ont été aussi détectés dans les prélèvements effectués au niveau des marchés (Tab. 2). Pour le métamidophos, deux sur les six spéculations analysées ont mg/kg) avec des teneurs moyennes de 0.017 montrant un niveau de contamination inacceptable par rapport à la norme (0.01 mg/kg et 0.014 mg/kg pour l'oignon et le chou, respectivement).

Concernant le dicofol, il a été détecté dans le piment, le chou, l'aubergine, l'oignon et la laitue mais à des teneurs le plus souvent inférieures aux LMR. Seul le chou a montré des teneurs en dicofol supérieures à la LMR (0.02 mg/kg) pour les prélèvements effectués au niveau des marchés de produits alimentaires avec une valeur moyenne de 0.030 mg/kg.

Par contre, pour ces mêmes échantillons, le diméthoate n'a été détecté que dans l'oignon et à des teneurs moyennes (0.007 mg/kg) inférieures à la norme.

Les prélèvements effectués au niveau des marchés ont montré des teneurs parfois 20 fois plus faibles que celles des prélèvements effectués au niveau des champs.

Cette analyse sur la traçabilité des résidus de pesticides dans les produits maraîchers a révélé le non respect du délai d'application avant la récolte.

La dégradation progressive des pesticides tout au long de la chaîne de commercialisation pourrait justifier la diminution du niveau de contamination des prélèvements effectués dans les marchés de produits alimentaires.

L'étude a montré que les mauvaises pratiques observées dans l'utilisation des pesticides ont une incidence inquiétante sur la qualité des produits horticoles. Il est à rappeler que les prélèvements ont été effectués sur les produits agricoles les plus consommés par les populations. Leur forte contamination par les pesticides s'avère donc être un réel danger pour la santé publique.

En effet, malgré les progrès remarquables dans la réglementation commune des pesticides au sein du CILSS (Comité Inter-états de Lutte contre la Sécheresse au Sahel), leur mauvaise gestion présente des risques énormes dans la sous-région. La forte contamination des produits alimentaires à grande consommation a été aussi démontrée au Burkina Faso [25].

Les populations sont susceptibles d'être exposés aux résidus de pesticides via les fruits et légumes consommés quotidiennement. Dans la zone des Niayes, le risque est d'autant plus inquiétant que l'endosulfan a été détecté dans les produits agricoles.

L'endosulfan est un organochloré pouvant s'accumuler dans l'organisme et induire des effets sanitaires à long terme. Il est interdit dans le traitement des cultures vivrières.

Sa présence dans les produits agricoles confirme l'usage incontrôlé des pesticides dans la zone des Niayes.

Tableau 1. Concentrations moyennes des pesticides détectés dans les produits maraîchers prélevés au niveau des exploitations agricoles (mg/kg).

Site de prélèvement		Diméthoate		Méthamidophos		Dicofol		Endosulfan		Déltaméthrine	
PIKINE	Tomate	0.006	±0.005	0.012	±0.013	0.047	±0.034	0.007	±0.006	0.150	±0.241
	Piment	nd	-	0.010	±0.008	nd	-	0.008	±0.002	0.050	±0.032
	Aubergine	nd	-	0.012	±0.013	0.015	±0.007	0.000	±0.000	0.005	±0.147
	Feuilles oignon	0,007	±0.008	0.010	±0.006	0.054	±0.036	0.010	±0.010	0.028	±0.015
	Chou pommé	nd	-	0.085	±0.003	0.035	±0.017	0.025	±0.004	0.030	±0.106
	Laitue	nd	-	0.100	±0.005	0.040	±0.014	0.000	±0.000	0.350	±0.267
THIAROYE	Tomate	nd	-	0.076	±0.020	2.050	±1.128	0.026	±0.022	0.080	±0.025
	Piment	nd	-	0.006	±0.007	0.600	±0.378	0.057	±0.017	0.000	±0.000
	Aubergine	0.006	±0.005	0.007	±0.010	0.085	±0.530	0.028	±0.003	0.008	±0.002
	Feuilles oignon	0.015	±0.008	0.045	±0.036	0.164	±0.396	0.037	±0.010	0.007	±0.014
	Chou pommé	0.006	±0.002	0.058	±0.013	0.056	±0.046	0.095	±0.008	0.006	±0.011
	Laitue	nd	-	0.060	±0.026	0.120	±0.089	0.006	±0.003	0.012	±0.005
MALIKA	Tomate	0.015	±0.004	0.013	±0.010	0.430	±0.261	0.008	±0.006	0.062	±0.042
	Piment	0.022	±0.016	0.005	±0.008	nd	-	nd	-	0.022	±0.033
	Aubergine	0.011	±0.010	0.032	±0.015	nd	-	nd	-	0.010	±0.030
	Feuilles oignon	0.035	±0.017	0.065	±0.027	nd	-	nd	-	0.240	±0.101
	Chou pommé	0.014	±0.013	0.065	±0.030	nd	-	nd	-	0.060	±0.006
	Laitue	0.025	±0.011	0.066	±0.005	nd	-	nd	-	0.009	±0.006
NIAGA	Tomate	0.007	±0.005	0.019	±0.008	0.065	±0.045	nd	-	0.065	±0.035
	Piment	0.018	±0.011	0.019	±0.008	nd	-	nd	-	0.033	±0.029
	Aubergine	0.007	±0.009	0.170	±0.112	nd	-	nd	-	0.060	±0.017
	Feuilles oignon	0.015	±0.008	0.050	±0.040	nd	-	nd	-	0.044	±0.006
	Chou pommé	0.008	±0.003	0.090	±0.071	nd	-	nd	-	0.700	±0.650
	Laitue	0.006	±0.002	0.047	±0.035	nd	-	nd	-	0.016	±0.008

nd : non détecté

Tableau 2. Concentrations moyennes des pesticides dans les produits agricoles prélevés au niveau des marchés de produits alimentaires (mg/kg) comparées au LMR.

	Diméthoate		Méthamidophos		Dicofol		Endosulfan		Déltaméthrine	
	CM	LMR	CM	LMR	CM	LMR	CM	LMR	CM	LMR
Tomate	nd	1.00	0.010	0.01	nd	1.00	0.008	0.50	0.010	0.30
Piment	nd	0.02	0.006	0.01	0.004	0.02	0.005	0.05	0.002	0.20
Aubergine	nd	0.02	nd	0.01	0.003	0.02	nd	0.05	0.003	0.30
Feuilles oignon	0.007	0.02	0.017	0.01	0.010	0.02	0.005	0.05	0.030	0.10
Chou pommé	nd	0.02	0.14	0.01	0.030	0.02	0.013	0.05	0.004	0.20
Laitue	nd	0.02	nd	0.01	0.010	0.02	nd	0.05	0.006	0.50

nd : non détecté

3. 3 Contamination des eaux de puits par les pesticides

Dans la zone des Niayes, les niveaux de contamination de la nappe phréatique (Tab. 3) par les pesticides sont très élevés par rapport aux normes de potabilité édictées par l'OMS qui sont de 0.1 µg/l par substance distincte et 0.5 µg/l pour le total des matières actives [26]. Les valeurs mesurées ont montré une pollution inquiétante de la nappe phréatique au niveau de tous les sites de prélèvement. Sur les 45 puits prospectés, seuls 4 puits du site de Malika soit 13 % ont montré des teneurs en pesticides ne dépassant pas la LMR par pesticide distinct, mais largement supérieures à la LMR pour le cumul des pesticides analysés. Dans l'ensemble des sites, la pollution par le métamidophos est plus significative.

Les teneurs obtenues pour cet organophosphoré sont très élevées dans les puits de Niaga et de Thiaroye (Fig. 5) avec des pics respectifs de 45.8 µg/l et 42.2 µg/l soit des valeurs 400 fois plus élevées que la norme de l'OMS. Le diméthoate et l'endosulfan sont fortement présents dans les puits du site de Thiaroye avec des concentrations moyennes respectives de 1.90 µg/l et 2.35 µg/l. Par contre le diméthoate, l'endosulfan et la deltaméthrine n'ont été détectés dans aucun puits de Niaga. Pour le dicofol, 8 puits sur 45 ont présenté des concentrations qui dépassent la norme avec des pics respectifs de 0.3 µg/l, 1.11 µg/l et 11.16 µg/l à Niaga, Malika et Thiaroye. Concernant la deltaméthrine, sa pollution est moins marquée pour l'ensemble des puits prospectés. Elle n'a été détectée que sous forme de traces dans 4 puits du site de Thiaroye.

Tableau 3. Teneurs en pesticides dans les eaux de puits de la zone des Niayes (µg/l)

Site de prélèvement (15 puits/localité)	Diméthoate	Métamidophos	Dicofol	Endosulfan	Déltaméthrine	
Niaga	Moyenne	nd	4.97 ± 14.35	0.08 ± 0.03	nd	nd
	Min – Max	-	0.14 – 45.80	nd – 0.30	-	-
Malika	Moyenne	0.14 ± 1.37	0.26 ± 0.36	0.32 ± 0.43	0.14 ± 0.32	nd
	Min – Max	0.02 – 3.46	0.01 – 0.46	nd – 0.58	nd – 0.40	-
Thiaroye	Moyenne	1.90 ± 2.65	8.80 ± 17.25	0.21 ± 0.34	2.35 ± 1.59	0.01 ± 0.02
	Min – Max	0.34 – 5.42	0.02 – 40.80	0.03 – 1.16	nd – 3.70	nd - 02

nd : non détecté

Min – Max : Minimum – Maximum

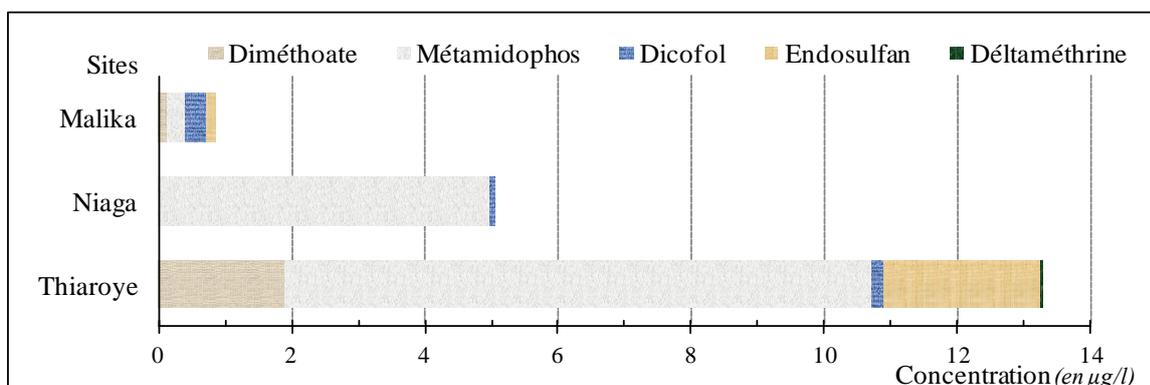


Figure 5. Bilan des teneurs en résidus de pesticides dans les puits par site.

Le lessivage des sols de cultures par les eaux de ruissellements vers les puits pendant l'hivernage, la perméabilité des sols avec l'infiltration rapide des eaux de pluies et d'arrosage, et certaines mauvaises pratiques agricoles (le lavage du matériel de pulvérisation, des produits de récolte et des habits souillés lors des traitements à l'intérieur des puits, la fréquence de traitement, le rejet incontrôlé des emballages au bord et à l'intérieur des puits etc.) sont les principaux facteurs de la pollution inquiétante de la nappe phréatique dans la zone des Niayes. Comparés aux travaux antérieurs [5, 27, 28], une amélioration significative n'a été constatée que depuis 2001 en ce qui concerne la contamination de la nappe phréatique.

Les concentrations en pesticides obtenues dans les eaux de puits sont similaires à celles rapportées dans la littérature qui dépassent largement la norme avec des pics de 10.3 µg/l (400 fois plus) pour le métamidophos dans le site de Niaga et 5.8 µg/l pour le dicofol dans le site de Thiaroye. Les résultats de cette étude s'accordent avec ceux de la littérature rapportés dans la synthèse bibliographique menée par Agbohessi *et al.* [29] sur la problématique des pesticides dans différents pays de l'Afrique de l'Ouest (Mali, Bénin, Togo, Côte d'Ivoire et Nigéria).

Des études menées au Mali (Koutiala) et en Côte d'Ivoire (Grand-Lahou, Yamoussokro Abidjan) sur la pollution des eaux de puits par les pesticides dans les régions agricoles [30 - 32] a révélé un niveau de contamination largement supérieur aux normes. A Koutiala 85 % des puits ont montré une forte contamination par les résidus de pesticides avec des concentrations moyennes largement supérieures à celles obtenues dans la région des Niayes (3.21 µg/litre pour l' α -endosulfan et 2.18 µg/litre pour le β -endosulfan) [31].

La comparaison des résultats des études à travers l'espace sous-régionale a montré que la situation qui prévaut dans la zone agricole des Niayes au Sénégal est presque la même dans les autres régions agricoles de l'Afrique de l'Ouest. Au-delà des risques encourus *via* la consommation des produits agricoles, la problématique des pesticides est d'autant plus inquiétante dans nos pays que les eaux naturelles sont directement utilisées comme eau de boisson et aussi à des fins de ménage dans certaines localités.

4. CONCLUSION

Dans la zone des Niayes, les producteurs utilisent abusivement les pesticides pour protéger les cultures tout en minimisant voire même ignorant leur incidence sur l'environnement et la santé publique. L'enquête menée auprès des producteurs a révélé l'absence d'une politique de gestion des pesticides. La préoccupation majeure est portée sur l'amélioration des rendements. Le risque d'exposition aux résidus de pesticides est élevé. Les teneurs en résidus de pesticides cibles (diméthoate, déltaméthrine, dicofol, méthamidophos et endosulfan) détectées dans les eaux de puits et dans les prélèvements de produits agricoles effectués au niveau des champs et des marchés de produits alimentaires restent très souvent supérieures aux LMR. Ceci constitue un réel danger pour la santé publique. Le contrôle des produits phytosanitaires en circulation et surtout de leurs pratiques d'utilisation s'impose chez les maraîchers pour préserver la santé des populations.

Ce travail a fourni des informations inquiétantes sur les risques d'exposition aux résidus de pesticides au Sénégal à travers les eaux de puits et les produits agricoles. Il ébauche un référentiel pour la mise au point d'un outil d'aide à la décision indispensable pour une meilleure gestion des pesticides. Cependant, pour affiner l'outil, le travail devra se poursuivre pour offrir une meilleure base de connaissance sur la problématique des pesticides et plus particulièrement sur leur dégradation dans les différentes composantes de l'environnement sahélien et aussi leur impact éventuel sur la santé des populations .

REFERENCES

- [1] DPS (Direction de la prévention de la Statistique), 2003. Situation économique et Sociale du Sénégal. Ed. DPS. 197p.
- [2] DH (Direction de l'horticulture), 2006. Statistiques horticoles au Sénégal. Ed. DH. 12p.
- [3] Thiam A. & Sarre A., 2003. Les pesticides au Sénégal. Ed. PAN Africa. 43p.
- [4] Diouf H. R., & Badji S., 2007. Pesticides et pauvreté. Document d'information sur la gestion des pesticides au Sénégal. Ed. PAN Africa. 52p.
- [5] Cissé I., Tandian A. A., Fall S.T., Diop E. S., 2003. Usage incontrôlé des pesticides en agriculture

périurbaine : cas de la zone des Niayes au Sénégal, *Cah. Agric.*, Vol. 12 (3), 181-186.

[6] Deguine J. P., & Ferron P., 2006. Protection des cultures, préservation de la biodiversité, respect de l'environnement, *Cah. Agric.*, Vol. 15 (3), 307-311.

[7] Charlier C., & Plomteux G., 2002. Pollution chimique de l'environnement et risque toxique pour l'homme. Le rôle particulier des dérivés pesticides organochlorés, *Ann. Bio. Clin.*, Vol. 60 (1), 37-46.

[8] Dewailly E., Ayotte P., Bruneau S., Gingras S., Belles-Isles M., & Roy R., 2000. Susceptibility to infections and immune status in Inuit infant exposed to organochlorines, *Environ Health Persp.*, Vol. 108 (3), 205-211.

[9] Savadogo P. W., Traore O., Topan M., Tapsoba K., Sedogo P. M. & Bonzi-coulibaly Y., 2006. Variation de la teneur en résidus de pesticides dans les sols de la zone cotonnière du Burkina Faso, *J. Afr. Sci. Environ.*, Vol. 1 (1), 29-39.

[10] Petrelli G. & Figa-Talamanca I., 2001. Reduction in fertility in male greenhouse workers exposed to pesticides, *Eur. J. Epidemiol.*, Vol. 17 (7), 675-677.

[11] Eriksson M., Hardell L., Calberg M. & Akerman M., 2008. Pesticide exposure as risk factor of non-Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis, *Int. J. Canc.*, Vol. 123 (7), 1657-1663.

[12] Barriuso E., 2004. Estimation des risques environnementaux des pesticides. Ed. INRA. 123p.

[13] Diao M. B., 2004. Situation et contraintes des systèmes urbains et périurbains de production horticole et animale dans la région de Dakar, *Cah. Agric.*, Vol. 13 (1), 39-49.

[14] Cissé I., Badiane B., Ngom S., Diop Y. MB., & Séné M., 2008. Usage des pesticides et risques sanitaires sur la production horticole de la zone des Niayes au Sénégal, *Rev. Sn. res. Agric.*, Vol. 1 (3), 19-26.

[15] Anastassiades M., Lehotay S. J., Stainbahr D., & Schenck F., 2003. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and « dispersive solid phase extraction » for the determination of pesticide residues in produce, *J. AOAC Int.*, Vol. 86 (22), 412-431.

[16] Anastassiades M., 2005. Quechers: A Mini-Multiresidue Method for the Analysis of Pesticide Residues in Low-Fat Products, Ed. CVUA Stuttgart. 12p.

[17] Toe A. M., Kinane M. L., Kone S., & Sanfo-Boyarm E., 2004. Le non respect des bonnes

pratiques agricoles dans l'utilisation de l'endosulfan comme insecticides en culture cotonnière au Burkina Faso: quelques conséquences pour la santé humaine et l'environnement, *Rev. Afr. Sant. Prod. Animal.*, Vol. 2 (3), 275-278.

[18] Akogbeto M. C., Djouaka R. & Noukpoutilisation N., 2005. Utilisation des insecticides agricoles au Bénin, *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, Vol. 98 (5), 400-405.

[19] Gomgnimbou A. P. K., Savadogo P. W., Nianogo A. J. & Millogo-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.*, Vol. 13 (4), 499-507.

[20] Ahouangninou C., Fayomi B. E. & Martin T., 2011. Evaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires des producteurs maraîchers dans la commune rurale de Tori-Bossito (Sud-Bénin), *Cah. Agric.*, Vol. 20 (3), 216-222.

[21] Martin T., Ochou G. O., Hala-Nklo F., Vassal JM., & Vayssaire M., 2000. Pyrethroid resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, in West Africa, *Pest. Manag. Sci.*, Vol. 56 (6), 549-554.

[22] Van der Valk H. & Everts J.W., 2003. Directives sur le Criquet pèlerin : Précautions d'usage pour la santé humaine et l'environnement. Ed. FAO. 49p.

[23] Codex Alimentarius (FAO/OMS), 2010. Résidus de pesticides dans les aliments (limites maximales de résidus). Ed. FAO. 87p.

[24] UE (Union européenne), 2008. Les limites maximales applicables aux résidus de pesticides présents dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale (Règlement N° 299), *J.O. U. E.*, 67-71.

[25] Nebie R. C., Yameogo T. R. & Sie SIB F., 2002. Residus de pesticides dans quelques produits alimentaires de grande consommation au Burkina Faso, *Bull. info. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, Vol. 14 (4), 68-78.

[26] OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 1994. Directive de qualité pour l'eau de boisson : Recommandations. Ed. OMS. 202p.

[27] PAN Africa, 2003. Gestion des pesticides au Sénégal. Ed. PAN Africa. 56p.

[28] Ngom S., Cissé I., Traore S., Rousseau J. & Manga A., 2009. Incidence des pesticides sur la qualité des ressources en eaux et des produits agricoles dans la zone des Niayes au Sénégal, 2^{ème}

Colloque francophone en environnement et santé,
Université Badji Mokhtar de Annaba, Algérie.

[29] Agbohessi T. P., Toko I. I. & Kestemont P., 2012. État des lieux de la contamination des écosystèmes aquatiques par les pesticides organochlorés dans le Bassin cotonnier béninois, *Cah. Agric.*, Vol. 21 (1), 46-56.

[30] Traore S. K., Koné 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, *J. Afr. Sci. Environ.*, Vol. 1, 1-9.

[31] Traore S. K., Dembele A., Kone M., Mambo V., Lafrance P., Bekro Y. A. & Houenou P., 2008. Contrôle des pesticides organochlors dans le lait et produits laitiers. : Bioaccumulation et risques d'exposition, *Afr. Sci.*, Vol. 04 (1), 87-98.

[32] Thiam A. & Sagna M. B., Monitoring des pesticides au niveau des communautés à la base. Ed. Pan Africa. 57p.