

## Usage incontrôlé des pesticides en agriculture périurbaine : cas de la zone des Niayes au Sénégal

Ibrahima Cissé<sup>1</sup>  
Abdoul Aziz Tandia<sup>2</sup>  
Safiétou Touré Fall<sup>1</sup>  
El Hadji Salif Diop<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut sénégalais de recherche agricole (ISRA)/LNERV, Dakar, Sénégal

<sup>2</sup> Département de géologie, Faculté des sciences et techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal  
<aztandia@hotmail.com>

<sup>3</sup> PNUF, Nairobi, Kenya

### Résumé

Dans le cadre du projet « Intégration horticulture-élevage dans les villes ouest-africaines » de l'Institut sénégalais pour la recherche agricole (ISRA), qui a duré de 1998 à 2001, une étude exploratoire du système de production a été financée par le Centre pour la recherche et le développement international (CRDI). Les analyses des pesticides dans les eaux de puits ont permis de caractériser la situation de la zone des Niayes en ce qui concerne les produits utilisés, les modes d'utilisation, la législation en matière d'utilisation des produits chimiques en agriculture et les risques de contamination de la nappe phréatique. Les résultats montrent que plus d'une centaine de types de produits sont employés de manière non maîtrisée et en l'absence de tout contrôle législatif quant à leur utilisation. Cette situation entraîne un risque de contamination de la nappe phréatique par des résidus de pesticides qui peuvent nuire à la santé humaine et animale.

*Mots clés* : Protection phytosanitaire ; Production agricole ; Environnement.

### Summary

#### The uncontrolled use of pesticides in periurban farming: the case of the Niayes area in Senegal

The ISRA Project financed by CRDI and entitled "Intégration horticulture-élevage dans les villes ouest-africaines" was carried out from 1998 to 2001 and explored the production system and water quality in order to characterize the situation of the Niayes area with regard to the chemical products and methods used, the legislation, and the contamination of the water table. The results show that up to a hundred types of products are used within the framework of a legislative system that badly needs to be improved. This high number points out to a general overutilization and lack of control. It explains water contamination by various pesticide residues that might be harmful to human and animal health. It suggests the need for creating a monitoring system that will ensure a better control of the code of chemicals in the Niayes agrosystem.

*Key words*: Phytosanitary protection; Farming production; Environment.

L' introduction des pesticides dans l'agriculture a contribué d'une façon générale à l'amélioration des rendements agricoles, mais elle suscite de nombreuses inquiétudes liées notamment à leur toxicité et à leur impact négatif sur l'homme et l'environnement. C'est pourquoi, il est nécessaire de contrôler de manière rigoureuse l'usage des pesticides dans les pays en développement comme le Sénégal.

En effet, parmi les effets néfastes dus aux pesticides, notons les phénomènes de résistance consécutifs à l'accoutumance

des prédateurs aux produits utilisés [1], la dégradation des ressources naturelles, les résidus de pesticides qui persistent sur les produits et sous-produits agricoles [2] dont l'une des conséquences la plus insidieuse est le problème sanitaire qu'ils posent. En effet, plusieurs pathologies leur sont directement associées dans le long terme, notamment les cancers, les stérilités, les malformations congénitales, les déficiences mentales, des troubles neurologiques et de reproduction [3, 4].

La plupart des études concernant l'usage des pesticides au Sénégal ont porté sur



leurs impacts sur des groupes restreints évoluant souvent indirectement dans le milieu agricole [5, 6] ou dans leurs environnements [7, 8]. C'est pourquoi la présente étude constitue un exemple opportun qui permet d'analyser l'usage incontrôlé des pesticides.

## Méthodologie

La méthodologie de l'étude repose dans un premier temps sur des enquêtes de terrain auprès des agriculteurs de la zone des Niayes. Celles-ci ont été menées à partir de questionnaires auprès de 107 maraîchers pris au hasard, et répartis comme suit : 43 dans la grande Niayes de Pikine, 20 à Beul Mbao, 18 à Malika et 26 à Niaga (figure 1). De même, des informations complémentaires ont été acquises par des échanges directs avec 89 paysans dans les zones de Kounoune, Sangalcam et à Bambylore (méthode accélérée de recherche participative, focus groupes). Cette première étape a permis d'établir une base de données sur les pesticides et de déterminer les plus utilisés dans le milieu.

Dans un deuxième temps, des prélèvements d'échantillons d'eau de la nappe

phréatique au niveau de 20 puits et de 17 céanes (trous d'eau d'environ 1,5 m à 2 m de profondeur) dans la région de Dakar, ont été analysés au laboratoire de chimie environnementale de la direction de protection des végétaux à Dakar, actuel Centre d'étude et de recherche en écotoxicologie du Sahel (Ceres), afin de déterminer les concentrations des pesticides. Les échantillons d'eau ont été prélevés dans des flacons de 1 litre enroulés dans du papier en aluminium et conservés dans un bac isotherme à 4 °C. La méthode d'analyse s'est fondée sur la procédure standard d'opération CA-AE. La mesure des concentrations en pesticides s'est effectuée après leur extraction de l'eau par la technique SPE (*Solid Phase Extraction*) et lecture à partir d'un CPG (chromatographie en phase gazeuse) gaz liquide. Les résultats obtenus sont comparés aux normes de potabilité de l'eau [9].

## Présentation de la zone d'étude

Située sur la frange littorale nord sénégalaise, la zone des Niayes se caractérise par des conditions physiques (climat, pédolo-

gie, hydrogéologie) favorables qui sont le support des activités agropastorales (horticulture, aviculture et production laitière). Longue de 180 km sur une vingtaine de large, cette bande côtière produit plus de 80 % des cultures maraîchères du pays, renferme 1 % du cheptel bovin, 3 % des petits ruminants et une part très importante de l'aviculture industrielle. Du fait de l'étroitesse de ce milieu, partagé entre habitat et agriculture, l'intensification des systèmes agricoles se développe aussi bien au niveau des petits que des grands producteurs. La zone des Niayes se caractérise aussi par la vulnérabilité de la nappe phréatique qui est localisée à de très faibles profondeurs (elle affleure pendant la saison des pluies et atteint 5 à 10 m pendant la pleine saison sèche). La faible profondeur de la nappe fait que la zone non saturée correspondante favorise des contaminations à partir des pollutions de surface [10].

La nappe d'eau souterraine de la zone des Niayes contribue à l'alimentation en eau de l'agglomération de Dakar. Cette nappe est actuellement exploitée par une batterie de 6 forages avec un débit de 7 165 m<sup>3</sup>/j. Les Niayes constituent des zones de production maraîchère très importantes avec 90 % de la production nationale. L'exploitation maraîchère n'est pas mécanisée mais se fait de manière traditionnelle. Les principales spéculations sont constituées par l'oignon, la pomme de terre, la tomate et le chou.

## Résultats et discussion

### Utilisation des pesticides

Des enquêtes menées dans la zone des Niayes ont permis de répertorier 122 noms commerciaux de pesticides dont 67 matières actives différentes [4]. Les pesticides organophosphorés sont les plus utilisés (32 % du total des types de pesticides enquêtés). Les pesticides organochlorés (13 %) sont les moins utilisés parmi les classes chimiques les plus importantes (organophosphorés, organochlorés, pyrèthroïdes, carbamates). Les dérivés (mixage de plusieurs pesticides) et les pesticides divers qui regroupent plusieurs classes chimiques occupent un rang non négligeable dans l'utilisation des pesticides dans ce milieu (figure 2).

Aussi, un grand nombre de pesticides utilisés dans la zone des Niayes sont très diversifiés, notamment sur les cibles vi-

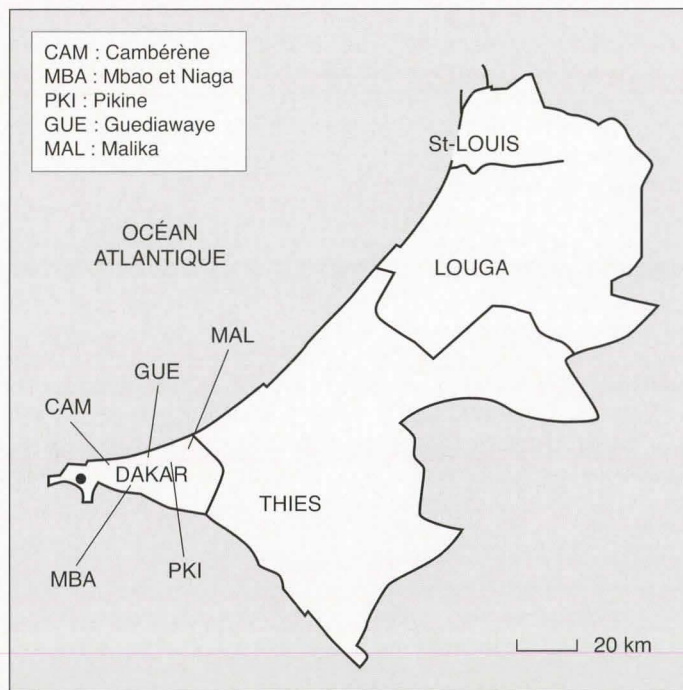


Figure 1. Localisation de la zone des Niayes dans le littoral du Sénégal.

Figure 1. Location of the Niayes area along the Senegalese shore.



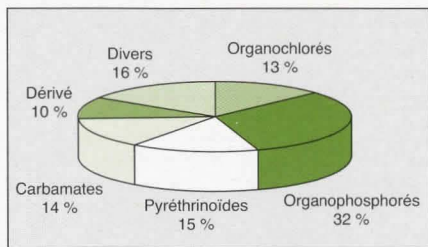


Figure 2. Classifications chimiques des pesticides dans les Niayes.

Figure 2. Chemical distribution of pesticides in the Niayes area.

sées. Il y a une nette dominance des insecticides, suivis des fongicides, avec des pourcentages respectifs de 30 % et 24 %. Les produits à large spectre d'action sont également bien sollicités, notamment les insecticides acaricides (IA) qui représentent 20 % des produits utilisés (figure 3). Différents types de formulations sont également utilisés dans ce milieu. Les concentrés émulsifiants (EC), avec 53 %, sont les plus dominants, suivis des poudres mouillables (WP) avec 26 % (figure 4).

Ainsi un grand nombre de pesticides sont utilisés dans la production horticole urbaine et périurbaine. En effet, devant l'intensification et les conditions écologiques favorables aux déprédations, le recours aux pesticides constitue une garantie pour les petits producteurs pour s'assurer une bonne production. La facilité d'accès aux pesticides, parfois même aux pesticides prohibés, notamment certains organochlorés (DDT, heptachlore, dieldrine, hexachloroexane, endosulfan, alachlore, endrine, etc.) est due non seulement à la multiplicité des points de

vente de produits phytosanitaires, mais aussi et surtout au manque de contrôles sur l'usage et la commercialisation de ces substances.

## Modes d'utilisation des pesticides

Trois modes d'utilisation sont notés dans le système de production horticole, en relation souvent avec la taille de l'exploitation :

1) L'utilisation par aspersion est pratiquée par les maraîchers cultivant des surfaces de 0,1 à 0,2 hectare. Elle consiste à traiter les attaques parasitaires à l'aide d'un seau contenant la solution de pesticide et de branchages comme aspersoir. Quand il s'agit de poudre, le saupoudrage à la main sans gants ni masque de protection est pratiqué par les agriculteurs. Cette façon de traiter a été observée dans la grande Niaye de Pikine et dans la partie nord, notamment dans le Gandiolais.

2) Le traitement avec un pulvérisateur manuel ou motorisé. Ce mode de traitement est le plus répandu dans les Niayes. Il est appliqué aussi bien chez les petits que chez les moyens exploitants. Là aussi, les risques ne sont pas des moindres, dans la mesure où le matériel de protection requis fait largement défaut, ce qui peut exposer les applicateurs à des risques d'intoxication sérieuse.

3) Le traitement par ferti-irrigation utilisé en association avec l'irrigation au « goutte à goutte ». Les produits phytosanitaires et les engrais solubles sont directement injectés dans le système d'irrigation. Il est exclusivement utilisé par les grands et quelques moyens exploitants. À ce ni-

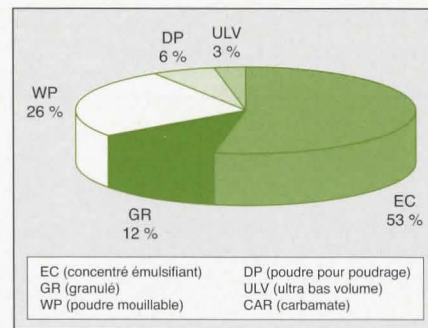


Figure 4. Classification des pesticides dans les Niayes selon leur formulation.

Figure 4. Distribution of pesticides in the Niayes area according to their formulation.

veau, on peut noter aussi l'utilisation de pulvérisateur à grande capacité monté sur véhicule. Ce mode de traitement présente moins de risques pour les exploitants mais il n'est pas à la portée de la majorité, compte tenu des coûts d'investissement très élevés qu'il nécessite.

## Fréquences d'utilisation

Les fréquences d'utilisation des produits phytosanitaires varient d'un producteur à un autre. Au niveau des grands producteurs, le traitement phytosanitaire est plus rationalisé, car tenant compte des impératifs du marché extérieur et du respect scrupuleux des normes exigées par l'Union européenne en matière de résidus de pesticides dans les produits agricoles. En revanche, chez les petits producteurs, la fréquence d'utilisation des produits phytosanitaires est plus conditionnée par la disposition du produit que par la présence des attaques. C'est ainsi qu'il est fréquent d'observer chez eux des traitements souvent préventifs. En période de forte attaque parasitaire, les traitements peuvent se faire jusqu'à trois fois dans la semaine. Dans certaines zones aux environs de Dakar (la grande Niaye de Pikine, Mbao, Malika et Niaga), la fréquence des traitements varie entre deux et trois traitements par campagne selon les types de spéculations. Ainsi, en fonction de la disponibilité du produit, certains maraîchers peuvent aller jusqu'à quatre traitements par semaine avant la maturation des espèces cultivées. Une gamme très diverse de produits phytosanitaires est utilisée lors des traitements. Parfois les usagers procèdent à des mélanges dont ils ne maîtrisent ni le dosage, ni la rémanence, encore moins les propriétés physico-chimiques du produit. Ainsi, on constate qu'un maraîcher utilise

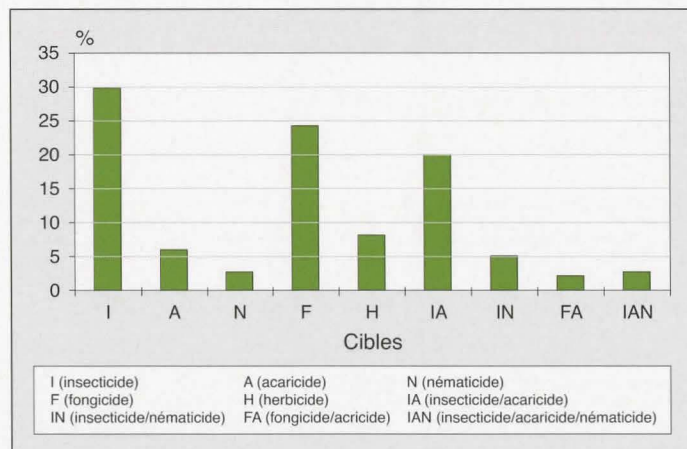


Figure 3. Classification des pesticides selon les cibles dans la zone des Niayes.

Figure 3. Distribution of pesticides per targets in the Niayes area.



**Tableau 1. Pesticides organochlorés dans les céanes des Niayes de Dakar (n = 17).**

Table 1. Organochlorate pesticides in the Niayes area in Dakar (n = 17).

	Résidus de pesticides en µg/kg										
	g HCH	Ala- chlore	Hepta- chlore	Aldrine	o,p'- DDE	Dieldrine	b-endo- sulfan	o,p'- DDT	p,p'- DDT	Méthoxy- chlore	Mirex
Moyenne	30,31	4,74	3,79	1,16	2,68	0,77	2,67	1,79	7,93	110,54	2,68
Écart type	72,29	13,18	5,05	0,96	5,46	2,35	10,99	5,68	3,67	252,15	10,98

en moyenne dans une campagne trois types de produits différents sans compter les mélanges qu'il prépare afin d'obtenir une meilleure éradication des déprédateurs.

### Risques de contamination de la nappe phréatique

Lors des traitements phytosanitaires, une bonne partie des pesticides se dépose sur le sol, risquant d'atteindre la nappe phréatique dans les endroits où elle est affleurante ou proche de la surface topographique. Sur 20 prélèvements d'eau dans les puits et 17 dans les céanes, on a observé des contaminations par les pesticides organochlorés supérieures aux normes admises par l'Organisation mondiale de la santé (tableau 1). Ces pesticides caractérisés par leur persistance dans l'environnement, peuvent entraîner une pollution de la nappe entretenue par le processus de lessivage. Les analyses faites sur la nappe phréatique dans la zone des Niayes de Dakar montrent des niveaux de pollution élevés : l'ensemble des 20 puits analysés dépassent les normes de potabilité de l'eau [9] qui sont respectivement de 0,1 µg/L pour une matière active distincte et de 0,5 µg/L pour des matières actives au total.

La concentration moyenne de matières actives des pesticides recherchés (le malathion, le chlorpyrifos éthyle et méthyle, le lindane, l'endosulfan, la cyperméthrine et la deltaméthrine) dépasse les normes de concentration admises, à l'exception de la deltaméthrine (0,079 µg/L). Les concentrations moyennes de résidus présents dans la nappe, à la même période et dans différents puits, notamment pour le malathion, le chlorpyrifos-méthyle et le chlorpyrifos-éthyle sont respectivement de 11,88 µg/L, 1,45 µg/L et 0,73 µg/L (tableau 2). Prenant en compte les concentrations totales, on peut ainsi remarquer que les niveaux de contamination atteignent des seuils très élevés. C'est le cas du puits P08 où la concentration totale de matières actives de pesticides est de 162,62 µg/L, soit 325 fois la norme admissible (0,5 µg/L). Le minimum de concentration est observé au niveau du puits P16 : il est de 1,42 µg/L, soit près de trois fois la norme (figure 5).

La pollution de la nappe est plus marquée dans le site de Guédiawaye avec une concentration moyenne totale de 51,21 µg/L, soit 102 fois supérieure à la valeur guide, suivie de Malika où la moyenne de la concentration totale est de 37,68 µg/L, soit 75 fois la norme, loin du site de Cambéréne et de Pikine où les

concentrations moyennes totales sont respectivement de 4,35 µg/L, soit 8 fois la norme, et 6,34 µg/L, soit 12 fois la norme. Ces sites demeurent ainsi les moins contaminés après Mbao et Niaga qui présentent des valeurs moyennes de concentration totale respectivement de 12,7 µg/L, soit 25 fois la norme et 17,28 µg/L, soit 35 fois la norme (figure 6). En raison de l'homogénéité de l'aquifère qui est composé de sable, la répartition inégale de la pollution pourrait être vraisemblablement liée à une répartition différenciée des pesticides dans l'espace des systèmes de production.

Les concentrations moyennes de résidus les plus élevées présentes dans la nappe, sont observées avec les organophosphorés, notamment le malathion, le chlorpyrifos-méthyle et le chlorpyrifos-éthyle, avec respectivement des valeurs de 11,88 µg/L, 1,45 µg/L et 0,73 µg/L. Ces concentrations élevées s'expliquent par leur utilisation abusive et fréquente pour le traitement des cultures. Leur persistance dans le milieu traduit leur forte utilisation puisque ces pesticides sont caractérisés par leur rapide dégradation dans l'environnement. Il en est de même pour les pyréthrinoides, et plus particulièrement la cyperméthrine dont la concentration moyenne est de 4,36 µg/L alors que sa durée de vie est de 24 heures.

**Tableau 2. Pesticides dans les puits de la zone des Niayes de Dakar (n = 20).**

Table 2. Pesticides found in the wells of the Niayes area in Dakar (n=20).

Paramètres	Teneurs en pesticides (en µg/L)											
	Lindane	Chlorpyrifos. méthyl	Malathion	Chlorpyrifos. éthyle	Endosulfan a	Endosulfan b	Cyperméthrine	Deltaméthrine				
Moyenne	0,22	1,45	11,88	0,73	1,26	1,84	4,36	0,079				
Écart type	0,22	1,49	32,97	0,71	4,69	6,73	6,71	0,16				
	Teneurs en pesticides (en µg/L)											
	g HCH	Ala- chlore	Hepta- chlore	Aldrine	o,p'- DDE	Dieldrine	Endrine	o,p'- DDT	p,p- DDT	p,p'- DDT	Méthoxy- chlore	Mirex
Moyenne	85,99	3,49	3,43	1,70	3,51	0,57	1,08	5,58	0,64	9,72	76,76	8,38
Écart type	125,37	9,15	1,80	1,72	9,22	1,92	2,35	14,89	2,46	9,11	135,55	2,35



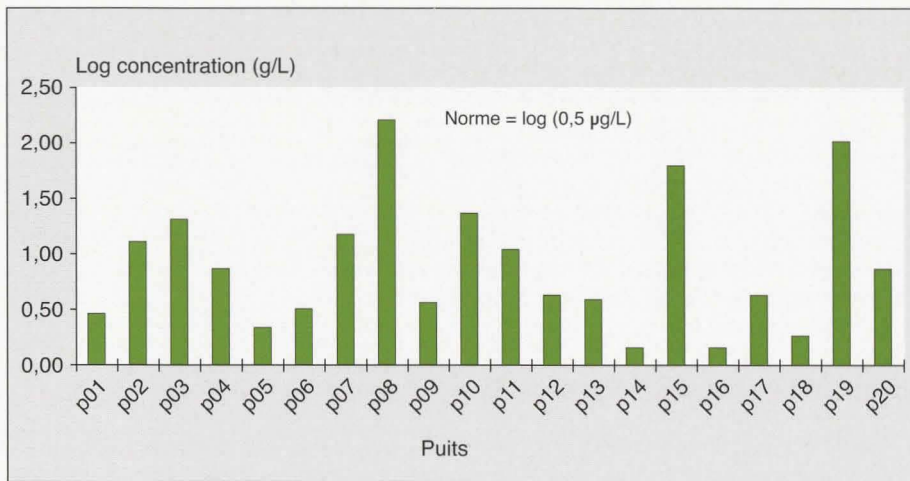


Figure 5. Concentration des résidus totaux de pesticides dans les différents puits analysés dans la zone des Niayes de Dakar.

Figure 5. Concentration of overall pesticide residues found in the different wells analysed in the Niayes area in Dakar.

Les pesticides organochlorés, notamment le lindane dont la norme est de  $0,1 \mu\text{g/L}$  [14], présentent des concentrations faibles dans l'ensemble des puits analysés. Toutefois, on peut noter des pics au niveau de quelques puits avec des concentrations de  $0,82 \mu\text{g/L}$ ,  $0,6 \mu\text{g/L}$  et  $0,59 \mu\text{g/L}$ . Du fait de sa stabilité dans l'environnement qui peut varier de 1 à 15 ans [2], cette molécule est capable d'entretenir une pollution permanente de la nappe. Quant à l'endosulfan, les teneurs résiduelles moyennes dans la nappe phréatique sont de  $1,26 \mu\text{g/L}$  pour l'endosulfan alpha et de  $1,84 \mu\text{g/L}$  pour l'endosulfan bêta. Les études en cours portant uniquement sur les pesticides organochlorés, montrent des teneurs importantes dans la nappe phréatique (tableau 3). Pour réduire le risque de contamination des

eaux, l'interdiction de l'usage des produits organochlorés persistants dans l'agriculture dans les zones vulnérables est une nécessité absolue.

### Risques sanitaires liés à la contamination des eaux de la nappe et à l'usage des pesticides

Les enquêtes menées dans la zone des Niayes ont fait savoir qu'environ 25 % des exploitants maraîchers ont été très probablement victimes d'une intoxication par les pesticides. Dans la zone des Niayes de Dakar, il a été signalé que 26 % des victimes d'intoxication ne peuvent se souvenir du produit incriminé. L'une des intoxications les plus fréquentes est l'in-

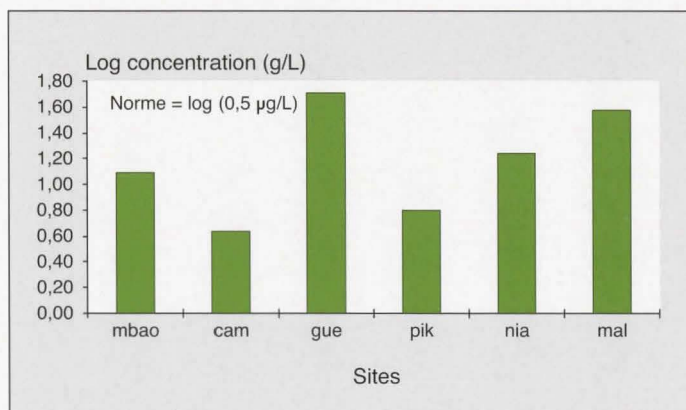


Figure 6. Niveau de contamination de la nappe au niveau des différents sites de prélèvement.

Figure 6. Contamination level of the water table at various sampling sites.

toxication avec des signes neurologiques, dont 52 % de cas souffrant souvent de nausées, de vertiges, d'étourdissements. Avec l'utilisation de pesticides persistants tels que les pesticides organochlorés, les risques sanitaires sont amplifiés. En effet, ces pesticides cancérigènes, mutagènes et tératogènes pour la plupart d'entre eux, s'accumulent dans les milieux et se transmettent à travers la chaîne alimentaire. Si dans les pays développés des études épidémiologiques ont permis de déterminer les conséquences sanitaires liées à l'usage des pesticides, le problème reste encore entier pour les pays en développement de l'Afrique.

### Les pesticides et la législation phytosanitaire au Sénégal

L'utilisation des produits phytosanitaires est régie dans sa commercialisation et sa distribution par des textes législatifs et réglementaires au niveau national et par des conventions au niveau sous-régional et international. Dans le but de sécuriser le flux des pesticides, le Sénégal a participé activement à l'élaboration des documents relatifs à la création du Comité sahélien de pesticides (CSP) et à la « Réglementation commune sur l'homologation des pesticides aux États membres du Comité inter-états de lutte contre la sécheresse au Sahel (CILSS) ».

Au niveau national, plusieurs lois, décrets et arrêtés ont été élaborés depuis 1981, alors qu'au niveau sous-régional, notamment avec le CILSS, une réglementation commune sur l'homologation des pesticides a été adoptée depuis 1994. Son application effective dans l'espace CILSS demeure problématique, car l'ensemble des États membres contractants n'ont pas encore ratifié cette réglementation.

Soucieux du grand intérêt de l'intégration sous-régionale que constitue cette réglementation commune, le Sénégal a élaboré des projets dans ce sens : un projet de loi relatif à la gestion des pesticides et des produits chimiques dangereux et un projet de décret fixant les attributions, la composition et les règles de fonctionnement du Comité national de gestion des pesticides et des produits chimiques dangereux, notamment ceux prohibés par la Convention de Rotterdam.

Plusieurs lois, règlements et conventions portant sur les pesticides sont en vigueur dans le pays. Mais leur application effective demeure problématique ou rendue caduque par la juxtaposition de certains



accords. Par exemple, les accords du CILSS sur l'homologation des pesticides dans les pays membres qui tardent dans son application, placent le Sénégal dans une véritable situation transitoire qui influence la multiplication des points de ventes de pesticides et la libéralisation de ce secteur.

De même, la tendance actuelle au niveau international fait que la suppression ou la restriction de pesticides hautement toxiques pour l'homme et l'environnement sont quasiment passées sous silence par la législation phytosanitaire en vigueur, même si les conventions ratifiées par le Sénégal en tiennent compte. En effet, plusieurs matières actives prohibées, particulièrement la classe des organochlorés, sont utilisées dans le pays (DDT, heptachlore, dieldrine, endosulfan, alachlore, endrine, etc.). Les textes ou lois réglementant l'usage des produits prohibés demeurent inexistantes en dehors de l'arrêt du 19 août 1971 qui interdit l'usage des pesticides à base d'ester phosphorique. Ainsi, dans l'attente de la mise en application de certaines conventions, la mise en place d'un organe de contrôle national qui s'appuie sur la législation phytosanitaire locale demeure un impératif.

## Conclusion

Dans la perspective d'une agriculture durable avec une meilleure protection de la santé par une réduction de la contamination de l'environnement par les pesti-

des, il est nécessaire de définir un ensemble cohérent de mesures, notamment de normes de vente, d'interdiction d'usage de certaines catégories de pesticides, de formation et de surveillance sanitaire et environnementale.

En plus d'une organisation structurelle appropriée et d'un renforcement des mécanismes nationaux de contrôle de l'utilisation des pesticides, la situation sanitaire et environnementale devrait être surveillée de façon organisée et continue. Il serait souhaitable de procéder dans les pays en développement, à des enquêtes épidémiologiques détaillées où la collecte des données et leur interprétation se fondent sur l'examen clinique d'un grand nombre de personnes par des spécialistes qualifiés. Il semble aussi nécessaire de redéployer les personnels de santé publique exerçant dans le domaine de l'épidémiologie de manière à ce qu'ils étudient, en plus des maladies transmissibles, les maladies résultant de l'exposition aux produits chimiques en général et aux pesticides en particulier.

Pour pouvoir mesurer l'importance des effets des pesticides sur la santé et déterminer les meilleurs moyens d'y remédier, il est indispensable de renforcer les systèmes d'information de façon à fournir des données sur la mortalité et la morbidité associées à leur utilisation. La mise en place d'un observatoire des pollutions et nuisances d'origine agricole pourrait être d'une grande importance dans ce sens ■

## Références

1. Georghiou GH. The magnitude of the resistance problem. In : National Research Council,

ed. *Pesticide resistance - strategies and tactics for management*. Washington : Nat Acad Press, 1986 : 14-43.

2. Ngom MB. *Contribution à la connaissance de l'utilisation des pesticides au Sénégal : enquête auprès de 146 maraîchers dans la zone des Niayes*. Thèse pharmacie Dakar, 1992.

3. Gibons SM, Hoss VG, Laseter LJ, Rea WJ. *Physician's clinical Guide - A clinical guide to toxic chemicals*. Richardson (Texas) : Environmental health information center, 1987 : 87-9.

4. Niang S. *Utilisation des eaux usées domestiques en maraîchage périurbain à Dakar*. *Sécheresse* 1996 ; 7 : 217-23.

5. Cissé I. *Utilisation des pesticides dans le système de production horticole dans la zone des Niayes : les produits et leur impact sur la nappe phréatique*. Thèse de doctorat de troisième cycle, université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 2000, 187 pages + annexes.

6. Houéto P. *Étude des cholinestérases et du métabolisme lipoprotéique chez les applicateurs de pesticides au Sénégal*. Thèse de doctorat de pharmacie, université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 1990.

7. Muillié WC, Andreasen J, Abiola FA, Diatta F, Van der Val H. Les niveaux de cholinestérases dans le sang des travailleurs de la protection des végétaux après les traitements opérationnels avec des insecticides organophosphorés au Sénégal. In : FAO, ed. *Effet de la lutte anti-acridienne sur l'environnement*. Tome II. Projet LOCUSTOX-GCP/SEN/041/NET, 1998.

8. Food and Agriculture Organisation. *Effet de la lutte anti-acridienne sur l'environnement*. Tome I. Projet LOCUSTOX GCP/SEN/041/NET, 1997.

9. Organisation mondiale de la santé. *Directive de qualité pour l'eau de boisson. Recommandation*. Vol 1. Genève : OMS, 1994 ; 202 p.

10. Tandia AA, Gaye CB, Faye A. Origine des teneurs élevées en nitrates dans la nappe phréatique des sables quaternaires de la région de Dakar, Sénégal. *Sécheresse* 1997 ; 8 : 291-4.