

PRODUCTION COTONNIERE ET POLLUTION DES EAUX PAR LES PESTICIDES AU BURKINA FASO.

Hermann K. TAPSOBA et Yvonne L. BONZI-COULIBALY*

*Laboratoire de Chimie Organique : Structure et Réactivité.
Université de Ouagadougou, UFR-SEA, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso
Email : bonziy@univ-ouaga.bf
auteur de toute correspondance

(Reçu le 15 octobre 2005 – Accepté après corrections le 29 mai 2006)

Résumé: Une recherche sur l'état de contamination au cours du temps des eaux de quatre sites en zone cotonnière au Burkina Faso a été menée. Le suivi de la concentration en résidus concerne deux pesticides organochlorés : l'endosulfan et l'aldrine. Après l'échantillonnage des eaux de surface et souterraines, l'extraction des résidus de pesticides et l'analyse en CG des extraits, les résultats montrent une pollution des eaux avec de fortes concentrations en endosulfan notamment en saison pluvieuse.

Mots-clés : pollution, eaux, pesticide, endosulfan, aldrine, zone cotonnière.

Summary : A research on the state of water pollution in four sites of cotton culture area in Burkina Faso was undertaken. Follow-up of the pollution of water concern two organochlorinated pesticides: endosulfan and aldrine. By sampling of surface and underground water, extraction of pesticides residues and analyses by GC, results showed pollution of water with high concentration in residues during rainy season.

Key words : pollution, water, pesticide, endosulfan, aldrine, cotton area.

I. INTRODUCTION

L'utilisation des pesticides pour protéger les cultures contre les prédateurs de toutes sortes s'est révélée une nécessité incontournable en Afrique^[1,2]. C'est le cas du coton pour lequel l'emploi des pesticides a permis une augmentation importante, ces dernières années, de la production en Afrique de l'Ouest en général et au Burkina Faso en particulier. La toxicité de beaucoup de ces composés pose un réel problème de pollution de l'environnement et constitue une préoccupation majeure pour la santé des populations^[3-10].

Selon les données recueillies lors d'une enquête auprès des producteurs de la zone cotonnière durant la campagne agricole 2003-2004, il ressort que les pesticides les plus utilisés pour la culture du coton sont les phosphorés, les pyréthroides et l'endosulfan comme seul pesticide organochloré.

Les pesticides organochlorés sont connus être résistants à la dégradation thermique et/ou biochimique. Cette faible biodégradation et la toxicité justifient la recherche des résidus de ces pesticides dans l'eau, le sol ou l'air. Au Burkina Faso, dans la zone de production cotonnière concernée par notre étude, les pluies sont moyennement abondantes et se présentent sous forme d'orages à fort ruissellement des eaux.

La présente étude concerne particulièrement la contamination des eaux par les résidus d'endosulfan, pesticide autorisé pour la culture du coton et d'aldrine pour déceler une éventuelle utilisation frauduleuse de formulations contenant ce composé.

En effet l'endosulfan est connu comme un produit toxique chronique et aigu qui peut causer des désordres mentaux, des perturbations neurologiques^[3]. L'aldrine fait partie des Polluants Organiques Persistants (POPs) interdits.

Un suivi dans le temps de la concentration de résidus d'endosulfan et d'aldrine dans les eaux a été mené d'août 2003 à octobre 2005. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'état de contamination des eaux par ces pesticides sur quatre sites en zone cotonnière.

II. MATERIEL ET METHODES

1.1 Description des sites de l'étude

Le choix des sites d'échantillonnage en zone cotonnière a tenu compte des critères suivants :

- l'intensité de l'activité cotonnière,
- la répartition géographique des villages sur deux provinces pour une bonne représentativité pour l'étude,
- l'existence de puits, de forage et éventuellement de retenue d'eau.

Ainsi, les villages de : Dankuy, Fankuy, Vy-Kayo et Sipohen ont été retenus comme sites d'étude. Tous ces villages sont situés dans la boucle du Mouhoun région d'intense activité cotonnière et constituent ainsi des zones à risques.

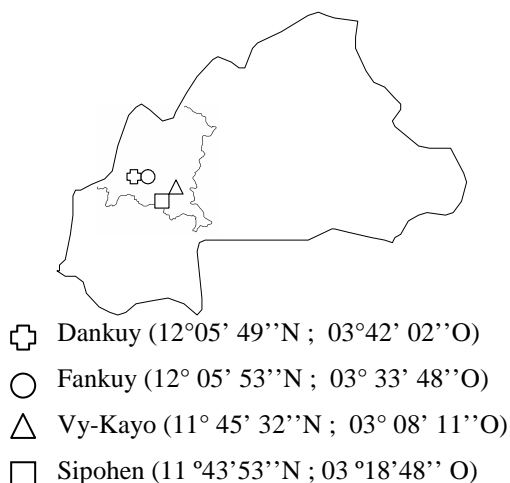


Figure 1 : Carte du Burkina Faso et localisation des sites de prélèvement des échantillons d'eaux dans la région de la boucle du Mouhoun.

1.2. L'échantillonnage des eaux

Les prélèvements d'échantillons sont réalisés selon les conditions d'utilisation

des populations c'est-à-dire par puisage à la surface dans les puits et par pompage pour les eaux de forage. Pour les eaux de surface, un échantillon moyen (1litre) est réalisé par mélange d'échantillons élémentaires effectués sur trois points de la retenue.

Les paramètres physiques suivants ont aussi été mesurés sur place : la température et le pH.

1.3. Extraction et analyse des résidus de pesticides

Les résidus de pesticides sont extraits trois fois avec 25 ml d'hexane (qualité HPLC), de 500 ml d'échantillon d'eau. Les phases organiques sont rassemblées, séchées sur sulfate de sodium anhydre puis concentrées à 2 ml à l'évaporateur rotatif.

Les extraits sont collectés dans des piluliers et conservés à -4°C en attente des analyses.

L'analyse des extraits est réalisée à l'aide d'un chromatographe CPG 5890 Agilent Technology muni d'une colonne HP-5 / 25 m ; 0,2 mm ; 0,11 µm et aussi à l'aide d'un chromatographe CPG 6890 Agilent Technology muni d'une colonne HP-5 / 30 m ; 0,32 mm ; 0,25 µm munis d'un détecteur à capture d'électrons (ECD). Les comparaisons inter laboratoires et l'utilisation d'une deuxième colonne CP SIL 19 CB ; 30 m ; 0,25 mm ; 0,25 µm ont permis de confirmer les résultats rapportés sous forme de concentrations en µg/l avec une incertitude égale à 0,01 µg/l.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

L'échantillonnage d'eau a concerné cinq puits, quatre forages, deux eaux de surface en deux phases :

- la première phase avec une périodicité moyenne de prélèvement de trois mois, d'août 2003 à juin 2004;
- la deuxième phase s'est déroulée de juillet à octobre 2005.

Les sept séries effectuées de 2003 à 2005 sont rapportées dans le Tableau I.

Tableau I : Liste des périodes de prélèvements des eaux.

Série	Dates	Période climatique
p1	29 et 30 août 2003	saison pluvieuse
p2	16 et 17 janvier 2004	saison sèche
p3	02 et 03 avril 2004	saison sèche
p4	29 et 30 juin 2004	début de saison pluvieuse
p5	21 et 22 juillet 2005	saison pluvieuse
p6	29 et 30 août 2005	saison pluvieuse
p7	17 octobre 2005	fin de saison pluvieuse

2.1. Concentrations des eaux en résidus de pesticides.

Les résultats obtenus sont consignés dans les Tableaux II, III, IV et V pour les valeurs relevées de paramètres de température et de pH ainsi que les concentrations observées en endosulfan (forme α et β) et en aldrine.

D'une façon générale, on constate pour les quatre sites une présence systématique d'endosulfan et d'aldrine dans les eaux. Ces concentrations sont supérieures aux normes internationales fixées par l'OMS, particulièrement durant les mois de juillet (p5 : 07/2005) et août (p1 : 08/2003 et p6 : 08/2005). En effet pour une eau de boisson, la concentration en résidus de pesticides ne doit pas excéder 0,10 $\mu\text{g/l}$ pour un seul pesticide, 0,03 $\mu\text{g/l}$ pour l'aldrine et celle de plusieurs pesticides est fixée à 0,50 $\mu\text{g/l}$.

2.1.1 Eaux de puits

En saison pluvieuse

Pour les eaux de puits, des concentrations élevées sont observées dans le village de Dankuy : 0,16 $\mu\text{g/l}$ en août 2003 et 0,70 $\mu\text{g/l}$ en juillet 2005 et le puits du campement : 0,35 $\mu\text{g/l}$ en août 2003 et 3,80 $\mu\text{g/l}$ en août 2005. Les eaux consommées par les populations restent polluées pendant la période de culture. L'activité cotonnière très forte dans ce village et particulièrement dans le champ de coton conduit à une forte pollution dans les puits,

par infiltration dans les sols et ruissellement des eaux.

Dans le cas de l'aldrine, la présence dénoterait d'une utilisation de formulations non autorisées ; le taux maximal de ce pesticide organochloré se situe à 0,30 $\mu\text{g/l}$ en août 2003 dans l'eau du puits de Dankuy.

En saison sèche

Les résultats des analyses des eaux prélevés en saison sèche (p3 du 16-17/01/04 et p4 du 02-03/04/04) révèlent en général de faibles teneurs, voire quasi-nulles en résidus de pesticides organochlorés.

En effet en janvier 2004, seuls les puits du campement de Dankuy (0,15 $\mu\text{g/l}$) et de Sipohen (0,11 $\mu\text{g/l}$) ont encore des concentrations en résidus d'endosulfan et d'aldrine dans l'eau supérieures aux normes de l'OMS.

2.1.2 Eaux de forage

En saison pluvieuse

S'agissant des forages, il existe des différences de concentrations d'un forage à l'autre. On observe les concentrations maximales en endosulfan dans les cas suivants : 0,28 $\mu\text{g/l}$ pour Dankuy en août 2005 et 1,10 $\mu\text{g/l}$ pour Fankuy en août 2005. Sur l'ensemble des analyses, les eaux du forage de Fankuy restent les plus polluées.

En saison sèche

Les teneurs des eaux en résidus de pesticides sont en deçà des normes de l'OMS pour une eau de boisson sauf pour le forage de Fankuy 0,12 $\mu\text{g/l}$ en janvier 2004.

2.1.3 Eaux de surface

En saison pluvieuse

La contamination des eaux de surface (barrages ou étangs) est également réelle surtout pendant les mois de juillet et août. Les concentrations maximales en résidus d'endosulfan sont de 0,20 $\mu\text{g/l}$ pour l'eau du barrage de Vy-Kayo en août 2005 et de 0,070 $\mu\text{g/l}$ pour celle de l'étang de Sipohen en août 2003.

Tableau II : Concentration en résidus de pesticides des eaux du site de Dankuy

Concentration en µg/l	p1 Août 2003	p2 Janv 2004	p3 Avril 2004	p4 Juin 2004	p5 Juil 2005	p6 Août 2005
Eau de puits du village						
pH/T°	7,5/30,8	6,5/28	6,5/32	6,3/30,5	8,7/30,7	5,2/30,4
endosulfan	0,16	0,04	<	0,09	0,70	Traces
aldrine	0,30	<	0,01	0,01	0,01	0,01
Eau de puits de campement						
pH	5,5/31,3	5,6/29	5,4/31,4	5,7/30,7	5,2/36,8	5,2/29,5
endosulfan	0,35	0,15	0,08	0,05	2, 1	3,80
aldrine	0,02	<		0,01	0,01	0,01
Eau de forage						
pH/T°	6,1/30,6	5/30,7	4,9/33	5/30,1	4,8/31,5	4,7/30,4
endosulfan	0,09	0,07	<	0,05	0,05	0,28
aldrine	0,03	<	0,01	<	0,01	0,01

*nd : non déterminée

< : inférieur à la limite de détection

Tableau III : Concentration en résidus de pesticides des eaux du site de Fankuy

Concentration en µg/l	p1 Août 2003	p2 Janv 2004	p3 Avril 2004	p4 Juin 2004	p5 Juil 2005	p6 Août 2005
Eau de puits						
pH/T°	6,7/29,4	6,6/26,6	6,1/30,1	6,2/30,8	nd	nd
endosulfan	0,06	0,08	<	0,01	nd	nd
aldrine	<	<	0,01	0,01	nd	nd
Eau de forage						
pH/T°	6,2/30,9	6,3/29,9	6,1/31,6	6,2/30,9	6,1/30,4	6,2/28,2
endosulfan	0,14	0,12	0,03	0,04	0,04	1,10
aldrine	0,01	0,02	0,01	<	0,01	0,01

*nd : non déterminée

< : inférieur à la limite de détection.

Tableau IV : Concentration en résidus de pesticides des eaux du site du Site de Vy- Kayo

Concentration en µg/l	p1 août 2003	p2 janv 2004	p4 juin 2004	p5 juil 2005	p6 août 2005	p7 oct.2005
Eau de puits						
pH/T°	6,7/32,4	6,8/27,9	6,7/31	7,3 /31,1	6,8/29,8	6,7/31,9
endosulfan	0,11	0,04	<	nd	0,04	0,10
aldrine	0,01	<	<	nd	0,01	<
Eau de forage						
pH/T°	6,4/32,3	6,5/30,9	6,7/32,1	6,4/27,8	6,5/30,5	6,5/32,1
endosulfan	0,33	0,05	<	1,00	0,04	0,40
aldrine	0,03	<	<	0,01	0,01	<
Eau de surface (barrage)						
pH/T°	7,6/34,2	7,8/23	7,9/28,8	7,3/31,1	7,3/28,2	7,3/31,9
endosulfan	0,10	0,06	0,03	0,19	0,20	0,05
aldrine	0,01	<	0,01	0,01	0,01	<

*nd : non déterminée

< : inférieur à la limite de détection.

Tableau V : Concentration en résidus de pesticides des eaux du site de Sipohen

Concentration en µg/l	p1 Août 2003	p2 Janv 2004	p3 Avril 2004	p4 Juin 2004
Eau de puits				
pH/T°	6,1/30,6	7/28	6,8/30,5	7,1/30
endosulfan	0,34	0,11	0,03	<
aldrine	0,03	<	<	0,04
Eau de forage				
pH/T°	nd	6,8/30,7	nd	nd
endosulfan	nd	0,08	nd	nd
aldrine	nd	<	nd	nd
Eau de surface (étang)				
pH/T°	7,5/30,8	8,2/24,6	8,6/32	8,4/36,4
endosulfan	0,07	0,04	<	0,04
aldrine	0,01	0,02	<	<

*nd : non déterminée

< : inférieur à la limite de détection.

Ces concentrations observées pour les eaux de surface en zone cotonnière au Burkina Faso ne sont pas les plus élevées du fait de facteurs de dilution, de sédimentation, de dégradation thermique ou chimique. Néanmoins certaines sont supérieures à celles signalées de 18 à 317 ng /l pour les eaux des rivières du Pendjari au Bénin [8].

En saison sèche

Les eaux des deux barrages étudiées sont en janvier 2004 de 0,06 µg/l pour le site de Vy-Kayo et de 0,04 µg/l pour le site de Sipohen.

La forte concentration en endosulfan en saison hivernale dans les eaux de puits, de forage et de surface, et sa persistance dans l'environnement en fait un pesticide redoutable pour la santé des hommes et des animaux.

2.2 Evolution dans le temps des concentrations en résidus de pesticides.

Comme le montre les Tableaux II à V, les concentrations en résidus d'endosulfan évoluent avec la période de prélèvement. On note une concentration en résidus d'endosulfan de l'eau du puits du campement de Dankuy de 0,35 µg/l en août 2003, à 0,05 µg/l en juin 2004 et très élevée de 3,80 µg/l en août 2005.

En général les concentrations en résidus de pesticides des eaux sont élevées pendant les mois de juillet et août suivie d'une baisse des valeurs en saison sèche (janvier-avril).

La culture du coton est essentiellement pluviale. Comme nous le constatons c'est également en période de traitements intensifs des champs cotonniers avec les formulations de pesticides et de pluviométrie abondante que les eaux de la zone cotonnière quelque soit le site se retrouvent contaminées par l'endosulfan. Ce qui confirme que la pollution est apportée par l'activité cotonnière.

A titre d'illustration, la figure 2 représente les variations observées sur le site de Vy-Kayo et on note le maximum en août 2003 pour la saison culturale 2003-2004.

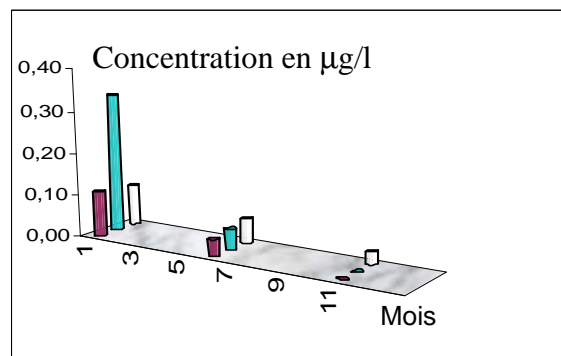


Figure 2 : Variation de la concentration de l'endosulfan dans les eaux du village de Vy-Kayo de août 2003 (Mois 1), janvier 2004 (Mois 6) et juin 2004 (mois 11)

D'après le Tableau IV relatif aux résultats du site de Vy-Kayo, on observe une augmentation en juillet et août 2005 des valeurs de concentrations. En effet pour ce site, les concentrations en endosulfan des eaux augmentent et sont supérieures aux normes internationales. Les valeurs de 1,00 µg/l pour l'eau de forage, 0,19 µg/l pour l'eau du barrage sont observées. En octobre 2005, la concentration de l'eau de puits atteint 0,10 µg/l.

La contamination des eaux par l'endosulfan en zone cotonnière est donc un phénomène cyclique lié à la pluviométrie et à l'activité agricole.

En Tanzanie, des fortes concentrations supérieures à 2,00 µg/l de résidus de pesticides organochlorés dans les eaux de zones agricoles, ont été observées^[11]. Ces résultats présentent une différence de concentration des échantillons d'eaux prélevés en saison pluvieuse et en saison sèche.

Cette variation saisonnière de la concentration des eaux en résidus de pesticides du fait des activités agricoles a été rapportée par d'autres auteurs.

Sudo et coll.^[6] ont mis en évidence ce phénomène dans le suivi de concentrations de fongicide et d'insecticide dans une eau de barrage.

Dans une autre étude sur les eaux de pluies au Danemark, menée par Bossi et coll.^[12] la teneur maximale en résidus de nitrophénols atteint 11,90 µg/l et la valeur minimale est de 0,30 µg/l avec une évolution progressive dans le temps.

IV. CONCLUSION

Dans le présent travail, nous avons déterminé les concentrations en résidus d'endosulfan et d'aldrine dans les eaux de quatre villages en zone de grande production cotonnière. Les résultats montrent une pollution de ces eaux particulièrement en période d'intense activité agricole. Cette tendance générale confirmée de pollution des eaux par la

culture du coton met en exergue un problème d'environnement qui menacerait la santé des populations qu'on sait démunies face à ce danger.

L'étude se poursuit sur d'autres classes de pesticides phosphorés et pyréthroïdes et sur d'autres matrices : sols, aliments afin d'établir des corrélations sur la pollution des eaux, des sols et des aliments.

Ces travaux sur la pollution de l'environnement par les pesticides fait partie d'un programme de recherche qui se poursuit sur d'autres sites, avec d'autres activités agricoles.

Remerciement

Ce travail a été réalisé grâce à un financement de la NUFFIC à travers les Projets MHO de l'université de Ouagadougou. Nous remercions la partie néerlandaise pour son soutien.

Nous remercions le Laboratoire National de Santé Publique (LNSP) et le laboratoire central de l'Office National de l'Eau et l'Assainissement (ONEA) pour leur collaboration technique.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] LENDRES P. Pratiques paysannes et utilisation des intrants en culture cotonnière au Burkina Faso. Montpellier : CNEARC, (1992)
- [2] VAISSAYRE M., CAUQUIL J. Principaux ravageurs et maladies du cotonnier en Afrique au sud du sahara, CIRAD-CTA, (2000)
- [3] STRAALLEN VAN, N.M. et VERKLEI, J.A.C. Leerboek ecotoxicologie. VU Uitgeverij, Amsterdam (1991), 47-59
- [4] TOÉ A.M., DOMO Y., HÉMA S.A.O., GUISSOU I.P. *Etudes et Recherches*. Les pesticides au Sahel : utilisation, impact et alternatives (2000) N° 4-5, 39-48
- [5] LOAGUE K., LLOYD D., NGUYEN A., DAVIS, S.N. and ABRAMS, R.H., *J Contam Hydrol* (1998) 29, 109-136

- [6] SUDO A M., KUNIMATSUA T., OKUBOB T. *Water Research* (2002) 36, 315–329.
- [7] MARU S. *Ecol Chem* (1985), 8(3), 3–10
- [8] SOCLO H.H., AZONTONDE K. A., DIBRIL B.R. Cenagref, (2003)
- [9] Traore S. K. , Koné M., Dembelé A., Lafrance P., Banton O. et Houenou P.V. ; *J. Soc. Ouest Afr. Chim.* (2003) 016, 137-152
- [10] NEBIE R.C., YAMEOGO T.R. et SIE S.F.. Bulletin d'information de la SOACHIM (2002) N°4 ; 68-78
- [11] KISHIMBA M. *International workshop on pesticides and other organic pollutants in Africa-monitoring and mitigation*, 24-29 January 2005, Ouagadougou, BURKINA FASO
- [12] BOSSI R. VEJRUP K.V., MOGENSEN, B. B. ASMAN W.A.H., *J. Chromatogr. A.* (2002) 957, 27-36