

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie

Laboratoire de Toxicologie et Hydrologie

Année : 2015

N°d'ordre : 311

**MASTER II DE BIOTOXICOLOGIE APPLIQUEE
A L'ENVIRONNEMENT, L'INDUSTRIE ET A LA SANTE
ANNEE UNIVERSITAIRE 2014-2015**

MEMOIRE

**ETUDE DE LA FIABILITE DU DISPOSITIF DE DECONTAMINATION
DES EAUX POLLUEES AU PIRIMIPHOS METHYL EN FONCTION
DES DIFFERENTS TYPES DE SOLS DANS LE DEPARTEMENT DE
KOUMPENTOUM**

Présenté par Mme DIOP Rokhaya NDIAYE

Soutenu le 2 Février 2015

Devant le jury composé de:

Président : M. Amadou DIOUF

Professeur Titulaire, UCAD

Directeur: M. Makhfousse SARR

Coordonnateur, FAO

Membres : M. Mamadou FALL

Professeur Agrégé, UCAD

M. Cheikh DIOP

Assistant, UCAD

Résumé :

Le paludisme est une affection grave qui menace plus de 54% de la population du globe répartis dans une large bande autour de l'équateur, dans les régions des Amériques, d'Asie et d'Afrique. Dans une perspective d'élimination du paludisme dans certaines zones, le Sénégal applique toutes les méthodes de lutte anti-vectorielle efficaces dont l'aspersion intra-domiciliaire (AID) qui se fait par l'usage d'insecticides à effet rémanent. Avant le démarrage de la campagne AID, l'installation des puisards est obligatoirement vue de la décontamination des eaux de lavage chargées de pesticides. Des échantillons de sol sont prélevés avant et après la campagne AID dans le district sanitaire de Koumpentoum. L'analyse physico-chimique a montré que le sol des puisards est sablo-limoneux, riche en matières organiques et en grande majorité alcalin. La présence du Pirimiphos Méthyl est confirmée dans tous les échantillons de sols prélevés après la campagne AID. Les échantillons de sols prélevés au niveau des pans des puisards ont enregistré les plus fortes teneurs en résidus de PirimiphosMethyl, ce qui confirme une diffusion latérale des eaux contaminées versées dans les puisards. Les échantillons prélevés dans les couches superficielles et au fond des puisards ont révélé des traces de Pirimiphos Méthyl, ce qui montre qu'il n'y a pas eu de diffusion du Pirimiphos Méthyl dans les couches superficielles et en profondeur des puisards.

Mots clés : Aspersion intra-domiciliaire, Pirimiphos Méthyl, Diffusion, Décontamination

Dédicaces

A mon cher père

A ma très chère mère

A mon cher époux

A mes chers enfants

A mes chers frères et sœurs

A tous mes parents et amis

REMERCIEMENTS

Je rends grâce à Dieu, le tout puissant de m'avoir donné la santé, le courage et la persévérance de réaliser cette étude. Le travail présenté dans ce mémoire a été entièrement effectué durant la phase 2011 – 2014 du projet d'Aspersion Intra-domiciliaire au Sénégal. Nous remercions le bailleur, l'Agence des Etats-Unis pour le Développement International (USAID) et l'agent d'exécution, Abt/Associates. Ce mémoire n'aurait pas pu voir le jour sans le soutien et les conseils de nombreuses personnes.

A.M. Peter J. Chandonait, Environmental Compliance Manager à Abt Associates, je tiens à exprimer ma profonde gratitude. Votre compétence, votre soutien, vos conseils éclairés, l'intérêt et la confiance que vous avez porté à mon humble personne m'ont permis de mener avec passion cette étude. Je vous adresse mes sincères remerciements.

A M. Adama KONE, Chef d'Equipe du projet d'Aspersion Intra-domiciliaire du Sénégal., j'adresse mes remerciements pour avoir mis à ma disposition les moyens nécessaires pour le prélèvement des échantillons de sols dans le département de Koumpentoum.

A M. Abdoulaye DIOP, Conseiller Technique du projet d'Aspersion Intra-domiciliaire du Sénégal, je tiens à exprimer ma profonde gratitude. Je vous adresse mes sincères remerciements pour votre soutien, vos prières, vos conseils, votre disponibilité et l'intérêt que vous portez à ce travail et en ma modeste personne.

A M. Amadou DIOUF, Je suis profondément touchée par l'honneur que vous me faites en acceptant de juger ce travail et d'être le président du jury. Je vous exprime ma reconnaissance et mon respect.

A M. Mamadou FALL, je vous adresse mes sincères remerciements pour avoir accepté de juger ce travail, pour votre soutien, vos conseils, votre disponibilité et l'intérêt que vous portez à ma formation, à ce travail et en ma personne : recevez ma profonde gratitude.

A mon encadreur M. Makhfouss SARR, je tiens à exprimer ma profonde gratitude. Vous avez été un encadreur rigoureux, compréhensif et actif malgré votre charge. Je vous adresse mes sincères remerciements.

A M. Cheikh DIOP, j'adresse mes sincères remerciements pour avoir accepté de juger ce travail. Nous savons combien vos remarques et suggestions ont contribué à améliorer ce travail.

A M. Mikailou SY, je vous remercie de votre gentillesse, votre disponibilité et la bibliographie que vous avez gentiment mise à ma disposition.

A tous les enseignants et secrétaire du Master 2 de Bio-toxicologie appliquée à l'Environnement, l'Industrie et à la Santé, je vous adresse mes sincères remerciements pour votre énorme participation.

J'adresse mes sincères remerciements à mon époux, mes enfants et toute ma famille pour leurs amour, soutien, conseils et prières.

Je remercie toutes les personnes qui de près ou de loin ont participé à l'élaboration de ce travail et à ma formation.

LISTE DES SIGLES ET DES ABREVIATIONS

Ach :	Acétylcholine
AID/PID :	Aspersion/pulvérisation intra-domiciliaire
BT 0 :	Echantillon à blanc de Bamba Thialène
BT 1 :	Echantillon de la couche superficielle du puisard de Bamba Thialène
BT 2 :	Echantillon du côté latéral du puisard de Bamba Thialène
BT 3 :	Echantillon du fond du puisard de Bamba Thialène
CE :	Concentré émulsifiable (CE)
CD50 :	Concentration létale 50
DL50 :	Dose létale 50
EPI :	Equipement de protection individuelle
FAO :	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
GPS :	Global Positioning System
IV :	Intra-veineuse
K 0 :	Echantillon à blanc de Koumpentoum
K 1 :	Echantillon de la couche superficielle du puisard de Koumpentoum
K 2 :	Echantillon du côté latéral du puisard de Koumpentoum
K 3 :	Echantillon du fond du puisard de Koumpentoum
KW 0 :	Echantillon à blanc de Kouthiaba Wolof
KW 1 :	Echantillon de la couche superficielle du puisard de Kouthiaba Wolof
KW 2 :	Echantillon du côté latéral du puisard de Kouthiaba Wolof
KW 3 :	Echantillon du fond du puisard de Kouthiaba Wolof
kpa :	Kilo pascal
LAL :	Lutte anti larvaire
LAV :	Lutte anti vectorielle
MN0 :	Echantillon à blanc de Malem Niani
MN1 :	Echantillon de la couche superficielle du puisard de Malem Niani
MN2 :	Echantillon du côté latéral du puisard de Malem Niani
MN3 :	Echantillon du fond du puisard de Malem Niani
OMS :	Organisation mondiale de la santé
USAID :	Agence des Etats-Unis pour le Développement International
pH :	Potentiel hydrogène
PMI :	Initiative du Président Américain de lutte contre le paludisme
PM :	Poudre mouillable
SC :	Suspension concentrée
WHOPES :	World Health Organization Pesticide Evaluation Scheme
WP :	Poudre mouillable

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Rôle de l'Acétylcholine dans le système nerveux périphérique	8
Figure 2 : Carte géographique de la région de Tambacounda	13
Figure 3 : Sites opérationnels du District sanitaire de Koumpentoum	15
Figure 4 : Applicateur entrain d'aspergé un mur intérieur	15
Figures 5 a, b, c : Procédure d'installation d'un puisard	16
Figures 6 a, b : Puisard	16
Figure 7 : Courbe de Calibration	23
Figure 8 : Résidus de pesticides séquestrés dans les échantillons de sol	27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification OMS des pesticides	3
Tableau 2 : Insecticides recommandés pour les AID contre les vecteurs du paludisme	4
Tableau 3 : Restrictions recommandées par l'OMS sur la disponibilité et l'usage des pesticides	6
Tableau 4 : Codification des échantillons	18
Tableau 5 : Classification des particules selon la classification FAO	20
Tableau 6 : Echelle de pH des sols	21
Tableau 7 : Classification du degré de salinité des sols	21
Tableau 8 : Classification des sols selon leur teneur en matière organique	23
Tableau 9 : Données de calibration	24
Tableau 10 : Rapports des données physico-chimiques des sols	26
Tableau 11 : Résultats d'analyse du Pirimiphos Méthyl dans les échantillons de sol	27
Tableau 12 : Compilation des résultats d'analyse	29

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 : PESTICIDES UTILISES EN AID ...	2
1.1. Définition.....	2
1.2. Classification.....	2
1.2.1. Selon la formulation.....	2
1.2.2. Selon la toxicité.....	2
1.2.3. Selon la cible.....	3
1.2.4. Selon la famille chimique.....	3
1.3. Evaluation des risques.....	5
1.3.1. Facteurs de risque.....	5
1.3.2. Classes de risque.....	6
1.3.3. Phrases de risque.....	7
1.3.4. Risques environnementaux associés à l'Actellic 300CS.....	7
1.3.5. Risques sanitaires associés à l'Actellic 300CS.....	7
1.4. Traitement.....	8
1.5. Prévention.....	9
CHAPITRE 2: DEGRADATION DES PESTICIDES DANS LE SOL	10
2.1. Facteurs liés a la nature chimique des pesticides.....	11
2.2. Facteurs pédologiques.....	11
CHAPITRE 3: MATERIELS ET METHODES	13
3.1. Présentation de la zone d'étude.....	13
3.1.1. Relief et sols.....	13
3.1.2. Climat et précipitations.....	14
3.1.3. Ressources en eau.....	14
3.1.4. Ressources végétales.....	14
3.1.5. Sites opérationnel.....	14
3.2. Technique d'échantillonnage.....	17
3.3. Analyse physico-chimique des échantillons de sol.....	18
3.3.1. Analyse physique.....	19
3.3.2. Analyses chimiques.....	20
3.4. Analyse de la teneur en PirimiphosMéthyl.....	23
3.4.1. Extraction, purification et lecture.....	23
3.4.2. Qualité des analyses.....	24
CHAPITRE4: RESULTATS ET DISCUSSION	26
4.1. Résultats.....	26
4.1.1. Analyses physico-chimiques.....	26
4.1.2. Analyse de la teneur en Pirimiphos Méthyl.....	26
4.2. Discussion	30
4.2.1. Traces de Pirimiphos Méthyl dans la couche supérieure des puisards.....	30
4.2.2. Taux élevés de Pirimiphos Méthyl sur les pans latéraux des puisards.....	30
4.2.3. Traces de Pirimiphos Méthyl au fond des puisards.....	31
4.2.4. Performance des puisards de Kouthiaba Wolof et de Bamba Thialène.....	32
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	33
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	34
ANNEXES	38

INTRODUCTION

Le paludisme est une affection grave dont 85-90% des cas se produisent en Afrique subsaharienne, chez les enfants de moins de 5 ans et les femmes enceintes qui sont les couches de la population les plus vulnérables. Dans son ensemble, l'impact économique du paludisme a été estimé à un coût annuel de 12 milliards de dollars US pour l'Afrique (OMS, 2011).

Le plan stratégique 2011-2015 de lutte contre le paludisme au Sénégal, a pour objectifs de réduire la morbidité liée au paludisme pour atteindre le seuil épidémiologique de pré-élimination et de réduire la mortalité liée au paludisme de 75% en 2015. Il importe d'appliquer toutes les méthodes de Lutte Anti-vectorielle (LAV) efficaces. L'objectif de cette LAV est d'éradiquer localement la maladie en éliminant le vecteur ou d'interrompre durablement la transmission ou réduire la population de vecteurs dans des proportions telles que la maladie n'est plus un problème de santé publique, ni un obstacle au développement socio-économique.

L'Initiative Présidentielle dans la lutte contre le Paludisme (*President's Malaria Initiative - PMI*) est un appui du gouvernement américain destiné à réduire la morbidité et la mortalité dues au paludisme dans quinze pays d'Afrique en 2015 dont le Sénégal. A travers l'Agence des Etats-Unis pour le Développement International (USAID), le PMI appuie le Ministère de la Santé et de l'Action sociale dans les différentes stratégies de lutte contre le paludisme. L'Aspersion Intra Domiciliaire par l'usage d'insecticides à effet rémanent (AID) est une composante de ce vaste programme de prévention et de prise en charge du paludisme. Abt/Associates est l'agence d'exécution du Projet d'Aspersion Intra Domiciliaire (PMI, 2014).

L'AID est une méthode de lutte anti-vectorielle contre le paludisme qui se révèle particulièrement efficace dans la prévention de cette maladie. L'insecticide utilisé persiste pendant une période variable (3 - 6 mois) selon la molécule et la formulation. Ces pesticides posent un véritable problème de santé publique et de préservation de l'environnement si les risques liés à son utilisation ne sont pas minimisés.

C'est dans cette perspective que se déroule cette étude dont l'objectif est d'évaluer la dégradabilité de l'Actellic 300 CS à base de Pirimiphos Méthyl par le biais du dispositif OMS/FAO de décontamination des eaux polluées aux pesticides en fonction de la typologie des sols du département de Koumpentoum, dans la région de Tambacounda.

Cette étude devra mettre en exergue :

- La quantité de pesticide séquestré en fonction de la typologie des sols
- Le niveau de contamination latérale et en profondeur des sols
- L'efficacité du dispositif de décontamination utilisé durant la campagne AID.

CHAPITRE 1 : PESTICIDES UTILISES EN ASPERSION INTRA-DOMICILIAIRE

1.1. Définition

Un pesticide est défini comme toute substance ou association de substances utilisée pour repousser, détruire ou combattre les ravageurs des plantes, les vecteurs de maladies humaines et animales, les espèces indésirables de plantes ou d'animaux causant des dommages ou se montrant autrement nuisibles. Les pesticides ne sont pas commercialisés à l'état de matière active pure responsable de l'activité pesticide (Directive 98/8/CEE), ils sont présentés plutôt sous forme de préparations qui sont des spécialités commerciales vendues par le fabricant. Ces dernières peuvent être liquides ou solides composées de matière (s) active (s) et d'autres supports : ce sont les formulations. Une formulation est composée en dehors de la substance active, d'autres substances inertes ayant pour but d'augmenter l'efficacité et de faciliter l'utilisation du pesticide (épandage, jaugeage, poudrage, pulvérisation). Ces substances inertes sont ajoutées pour diluer, émulsifier, accroître le caractère adhésif de la matière active ou améliorer sa dispersion sur les surfaces visées.

1.2. Classification

1.2.1. Selon la formulation

La classification selon la formulation utilise la forme de présentation des pesticides c'est-à-dire la forme sous laquelle le pesticide est commercialisé. S'il s'agit de pesticides utilisés en AID, on distingue des :

- Concentré émulsifiable (CE)
- Poudre mouillable (WP)
- Suspension concentrée (SC).

1.2.2.. Selon la toxicité ou classification OMS

La DL50 est la quantité de matière active qui tue 50 % d'un lot d'animaux de laboratoire auxquels elle est administrée en une seule fois. L'espèce animale qui sert à l'expérimentation et la voie d'expérimentation du produit doivent être précisées. On trouve généralement les résultats de mesure sur le rat.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a classé les pesticides principalement selon leur toxicité aiguë. Elle montre que la classification finale de tout pesticide peut être basée sur la formulation plutôt que sur la matière active (voir tableau 1). Les pesticides utilisés en AID appartiennent à la classe II ou III de l'OMS.

Tableau 1: Classification OMS des pesticides

Classe	DL 50 pour le rat (mg de matière active/kg poids corporel)			
	Orale		Dermale	
	Solide	Liquide	Solide	Liquide
Ia	< 5	< 20	< 10	< 40
Ib	[5 - 50]	[20 - 200]	[10 - 100]	[40 - 400]
II	[50 - 500]	[200 - 2000]	[100 - 1000]	[400 - 4000]
III	> 500	> 2000	> 1000	> 4000

Ia : extrêmement dangereux

II : modérément toxique

DL : dose létale

Ib : très dangereux

III : légèrement toxique

1.2.3. Selon la cible

La classification selon la cible met en avant les parasites ou ravageurs visés par ces pesticides (Cottard C. et al, 2010). Ainsi, on peut distinguer les insecticides qui sont actifs sur les insectes dont le moustique *Anophèles*.

1.2.4. Selon la famille chimique

Cette classification fait référence à la nature chimique de la molécule (Cottard C. et al, 2010). Dans cette classification, les pesticides recommandés par l'OMS sont regroupés en quatre grandes familles (Voir tableau 2).

Tableau 2 : Insecticides recommandés pour les AID contre les vecteurs du paludisme

Composés et classes	Formulations	Dosage (g/m ²)	Efficacité (mois)	Classe de sécurité de la matière active
Carbamates				
Bendiocarbe	PM	– 0.41-2	2-6	II
Propoxur	PM		3-6	II
Pyréthrinoïdes				
Alpha-cyperméthrine	PM/SC	0.02-0.03	4-6	II
	PM	0.025-0.05	3-6	II
Bifenthrine	PM	0.02-0.05	3-6	II

Cyfluthrine	PM	0.02-0.025	3-6	II
Deltaméthrine	PM	0.1-0.3	3-6	I
Ethofenprox	PM	0.02-0,03	3-6	II
Lambda-cyhalothrine				
Organochlorés				
DDT	PM	1-2	-6	II
Organophosphorés				
Fénithrothion	PM	2	3-6	II
Malathion	PM	2	2-3	III
Pirimiphos-methyl	PM/CE	1-2	2-3	III

A. Organochlorés

Ils possèdent un ou plusieurs atomes de chlore, peu solubles dans l'eau, solubles dans les corps gras, stables à l'air, à la lumière et à la chaleur. Ces propriétés leur confèrent la capacité d'avoir une persistance élevée dans l'environnement mais aussi de s'accumuler dans les graisses d'où leur dangerosité car pouvant être responsables d'intoxication chronique. Exemple : Le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) qui est le seul organochloré recommandé par l'OMS en AID

B. Pyréthrinoïdes

Ils sont synthétisés à partir de substances naturelles (pyréthrine), faiblement volatiles, liposolubles et biodégradables. Ils sont peu toxiques chez les mammifères. La Deltaméthrine WP, la Lamdacyhalothrine WP & SC, la Bifenthrine WP, l'Alpha Cypermethrine WP & CE, la Cyfluthrine WP, et l'Étofenox WP sont les pyréthrinoïdes recommandés en AID par l'OMS.

C. Carbamates

Ce sont des dérivés de l'acide carbamique, peu solubles dans l'eau, biodégradables. La gravité de l'intoxication pour les mammifères est plus faible qu'avec les organophosphorés car l'absorption cutanée (principale mode d'absorption) est beaucoup plus lente et la liaison avec l'enzyme (acétylcholinestérase) impliquée en cas d'intoxication est moins stable. Les carbamates recommandés par l'OMS en AID sont le Propoxur WP et le Bendiocarbe WP.

D. Organophosphorés

Ce sont des esters de l'acide phosphorique, généralement très toxiques et volatiles, liposolubles et biodégradables. Ce sont des inhibiteurs du cholinestérase et ont un spectre d'actions très large. Ils possèdent pour la plupart une toxicité aiguë élevée. Les insecticides organophosphorés recommandés par l'OMS en AID sont le Malathion, le Féntrothion et le Pirimiphos Méthyl qui est l'objet de notre étude.

Pirimiphos Méthyl

Il est connu sous l'appellation d'Actellic 300 CS et utilisé pour la première fois au Sénégal dans la campagne AID 2014 dans les districts sanitaires de Vélingara et de Koumpentoum. C'est un insecticide organophosphoré en concentré soluble de classe II, à base de Pirimiphos Méthyl comme matière active et de Naphtha comme solvant. Son nom chimique (IUPAC) est (O-2-diethylamino-6-methylpyrimidin-4-yl O,O-dimethylphosphorothioate).

1.3. Evaluation des risques

Tous les insecticides constituent un risque pour la santé humaine et l'environnement, même si certains produits sont plus dangereux que d'autres. Le risque est fonction de trois facteurs :

$$\text{Risque} = \text{Toxicité} \times \text{Importance de l'exposition} \times \text{Durée de l'exposition}$$

1.3.1. Facteurs de risque

A. Toxicité

La toxicité est une propriété nocive, intrinsèque de chaque insecticide. Elle peut être aiguë ou chronique. La toxicité aiguë se manifeste après un contact de courte durée avec l'insecticide. La toxicité chronique se manifeste plus longtemps après une exposition.

B. Importance de l'exposition

L'importance de l'exposition est une condition préalable à une pénétration de l'insecticide dans l'organisme. Si un organisme est en contact avec des quantités importantes d'insecticides, le risque d'effets négatifs est plus élevé. C'est pourquoi, on dit que : "La dose fait le poison".

C. Durée de l'exposition

Plus un organisme reste longtemps en contact avec un insecticide, plus le risque d'effets négatifs est élevé. La durée de l'exposition est aussi influencée par de nombreux facteurs:

- la rémanence de l'insecticide
- le nombre de traitements effectués dans une même surface

- la durée pendant laquelle un opérateur travaille avec des insecticides ou pendant laquelle il porte des équipements de protection contaminés (combinaison, masque, gants, ...).

1.3.2. Classes de risque

En fonction des classes de risque déduites des DL50 et CL50 des matières actives, OMS a recommandé des restrictions sur la disponibilité et l'usage des pesticides. L'Actellic 300CS est de classe II, modérément dangereux donc nécessitant des opérateurs formés, encadrés pour appliquer avec rigueur les mesures de précaution mentionnées par le fabricant dans la fiche de données de sécurité (Tableau 3 et CIETAP, 2003).

Tableau 3 : Restrictions recommandées par l'OMS sur la disponibilité et l'usage des pesticides

Classes de risques OMS		Disponibilité et restrictions d'usage
Ia	Extrêmement dangereux	Uniquement les opérateurs individuellement autorisés
Ib	Très dangereux	Opérateurs bien formés, instruits et rigoureusement encadrés
II	Modérément dangereux	Opérateurs formés et encadrés connus pour appliquer avec rigueur les mesures de précaution recommandées
III	Légèrement dangereux	Opérateurs formés respectant les mesures de précaution de routine
U	Risque aigu improbable en utilisation normale	Ensemble du public observant les exigences élémentaires d'hygiène et les instructions d'usage mentionnées sur l'étiquette du produit.

1.3.3. Phrases de risque

Les phrases de risques associées à l'Actellic 300CS mentionnées par le fabricant Syngenta dans la fiche de données de sécurité déclinent les voies de pénétration du pesticide dans l'organisme. Il se fait par inhalation, par ingestion et par contact avec la peau (Annexe 1).

1.3.4. Risques environnementaux associées à l'Actellic 300CS

Les impacts du Pirimiphos Méthyl en cas de contamination de l'environnement sont multiples.

A. Sur l'élevage et la pêche

Les impacts du Pirimiphos Méthyl peuvent engendrer :

- la mortalité des abeilles et d'autres pollinisateurs

- la mortalité des ennemis naturels des ravageurs
- des résidus d'insecticide dans la viande et le lait
- la mortalité des poissons et des crevettes.

B. Sur la biodiversité et sur la qualité de l'environnement

Le Pirimiphos Méthyl peut porter atteinte à l'environnement avec :

- la mortalité de plusieurs espèces non-cibles qui remplissent des fonctions écologiques importantes comme ressources naturelles
- la contamination de l'eau potable.

1.3.5. Risques sanitaires associées à l'Actellic 300CS

Les données toxicologiques de l'Actellic 300 CS sont déclinées comme suit :

Toxicité aiguë par voie orale

Pirimiphos Méthyl : DL50 mâle rat > 5,000 mg/kg

Pirimiphos Méthyl : DL50 femelle souris > 5,000 mg/kg

Toxicité aiguë par inhalation

Pirimiphos Méthyl : CL50 mâle et femelle rat > 5.04 mg/l, 4 h

Toxicité aiguë par voie cutanée :

Pirimiphos Méthyl : DL50 mâle et femelle rat > 5,000 mg/kg.

L'impact aigu du Pirimiphos Méthyl peut entraîner des effets neurotoxiques. Ils résultent de l'accumulation d'ACh au niveau de la plaque motrice et des synapses ganglionnaires (figure 1).

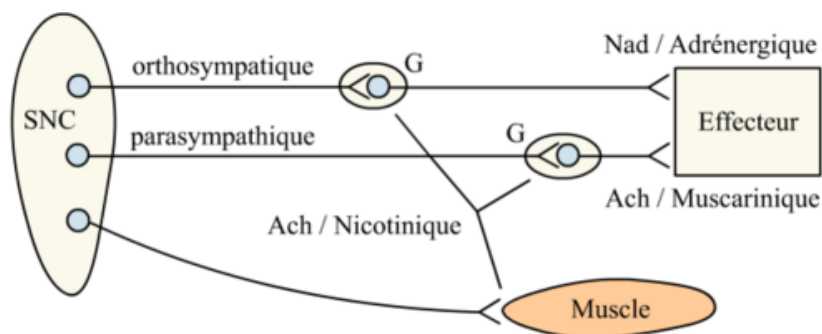


Figure 1: Rôle de l'Acétylcholine dans le système nerveux périphérique.

Ach: Acétylcholine; G: Ganglions; N: Noradrénaline; SNC: Système Nerveux Central.

La baisse de l'activité du cholinestérase (inhibition de l'activité) est sujette à des intoxications de différentes formes.

- 50 à 70% : formes mineures
- 70 à 80 % : formes modérées
- Plus de 80 % : formes sévères.

La rapidité d'inhibition de l'enzyme est aussi un facteur de gravité de l'intoxication. Le temps de latence de l'intoxication est de :

- quelques minutes lors d'inhalation massive
- 30 à 60 minutes lors d'une ingestion.
- 2 à 3 heures par contact transcutané.

La symptomatologie des intoxications aux organophosphorés dont le Pirimiphos Méthyl se manifeste par des signes muscariniques (myosis, syndrome respiratoire, syndrome digestif, mictions involontaires, ...), nicotiniques (faiblesse musculaire, fasciculations musculaires, tachycardie, hypertension, pâleur) et/ou centraux (anxiété, irritabilité, instabilité émotionnelle, ataxie, langage inintelligible, coma avec convulsions, ...), (Abt, 2013).

1.4. Traitement

Il se fait par une décontamination cutanée (déshabillage et le lavage à l'eau savonneuse) et/ou oculaire par un traitement au Dacryoserum. Pour le traitement symptomatique des organophosphorés comme le Pirimiphos Méthyl, on procède par l'intubation ou ventilation assistée, l'aspiration bronchique, les corrections des troubles hydro électrolytiques et l'injection du Diazépam contre les convulsions (Abt, 2013).

1.5. Prévention

La prévention reste l'élément principal pour la réduction des risques sanitaires liés à l'utilisation des pesticides. Pour cela il faut envisager de :

- Informer, former, éduquer et sensibiliser les manipulateurs de pesticides
- Bien aérer les lieux de travail
- Porter correctement les équipements de protection individuelle (tenues, gants, visières et casques, bottes, masques)
- Se laver les mains avant de manger, boire et fumer après chaque manipulation
- Prendre une douche à la fin de chaque journée de travail ou après contamination
- Éviter tout rejet dans l'environnement
- Recueillir le produit répandu en cas de déversement

- Stocker les récipients (vides ou pleins) dans des locaux sans risque de contamination
- Ne jamais réutiliser des récipients vides pour d'autres usages
- Eliminer/Recycler le contenu/conteneur dans une installation d'élimination/recyclage des déchets agréée par les autorités compétentes.

CHAPITRE 2 : DEGRADATION DES PESTICIDES DANS LE SOL

Le processus de dégradation est un facteur de dépollution majeur des compartiments environnementaux contaminés par un ou plusieurs pesticide (s). Apporté dans le sol, un pesticide peut être retenu par les minéraux et la matière organique, transporté dans l'eau et dans l'air et transformé à des degrés divers jusqu'à sa complète dégradation.

Parmi les facteurs qui influencent le devenir des pesticides dans le sol, on peut citer: la décomposition (Admson A. W., 1960), la dégradation photochimique (Alexander M., 1966), la dégradation par les organismes vivants (Aldrich R. J., 1953- Aomine S. and al, 1968- Anderson D. M., 1968), la volatilisation (Anderson D.M., 1967), l'adsorption (Ashton F. M., 1961). Ces facteurs interviennent simultanément ou successivement dans le temps et peuvent aboutir à des produits de transformation similaires.

D'un point de vue chimique, la plupart des transformations abiotiques et biologiques obéissent aux mêmes réactions : oxydation, réduction, hydrolyses, déhalogénéation... (Bollag& Liu, 1990 ; Wolfe *et al.*, 1990 ; Scheunert, 1992 ; Larson& Weber, 1994). Dans un cas, ces réactions seront initiées ou catalysées par les constituants organiques et minéraux du sol, dans l'autre, elles le seront par les systèmes enzymatiques endo- et exocellulaires.

Généralement, la dégradation biologique est quantitativement plus importante que les transformations abiotiques, mais ces dernières peuvent être déterminantes pour certains pesticides particulièrement récalcitrants à la biodégradation. La caractérisation de la dégradation peut se faire au laboratoire ou au champ. Dans tous les cas il s'agit d'obtenir des informations sur les cinétiques de dégradation, c'est-à-dire, sur l'évolution des concentrations du pesticide dans un volume de sol donné.

La dégradation provoque des modifications de la structure moléculaire du pesticide avec l'apparition de métabolites comme le cas du Pirimiphos Méthyl avec son nom chimique (IUPAC) *O*-2-diéthylamino-6-méthylpyrimidin-4-yl *O,O*-diméthylphosphorothioate, et son produit de dégradation le Pyrimidinol avec son nom chimique (IUPAC) 2-diméthylamino-6-méthylpyrimidin-4-ol (Eneji et al, 2002). La minéralisation du pesticide avec la transformation du carbone organique en CO₂ est le processus ultime de dégradation.

En fonction des propriétés physico-chimiques des pesticides et des propriétés des sols, les pesticides seront plus ou moins retenus sur la phase solide, conditionnant le partage du pesticide entre les phases solides, liquides et air du sol (Calvet, 1989). La part du pesticide la plus mobile est celle localisée dans les phases liquide et air, et elle constitue la part directement disponible

pour la dégradation par les microorganismes du sol et pour le transfert en profondeur ou par ruissellement.

2.1. Facteurs liés à la nature chimique des pesticides

D'une façon générale, plus une molécule est hydrophobe, plus elle est adsorbée sur le sol. Ceci sous-entend l'adsorption sur les sols comme un partage entre une phase aqueuse et une phase organique, en l'occurrence la matière organique du sol (Hance, 1969 ; Briggs, 1981 ; Green et Arickhoff, 1990 ; Baum, 1998 ; Gramatica et al., 2000 ; Calvet et al., 2005).

2.2. Facteurs pédologiques

On trouve dans la littérature des relations entre les coefficients d'adsorption de pesticides et certaines propriétés des sols : teneur en carbone, en argile ou en oxydes, pH, ... (Barriuso et Calvet, 1992 ; Coquet et Barriuso, 2002 ; Weber et al., 2004 ; Calvet et al., 2005). Une corrélation positive très générale entre la rétention et la teneur en matière organique des sols avec la plupart des pesticides et pour la plupart des sols, (Walker et Crawford, 1968 ; Hassett et al., 1981 ; Barriuso et Calvet, 1992 ; Coquet et Barriuso, 2002 ; Weber et al., 2004). Ce type de relation justifie la normalisation des valeurs du coefficient de partage sol/eau ou K_d en fonction de la teneur en carbone organique des sols et l'utilisation du coefficient de distribution carbone organique/eau ou K_{oc} pour la comparaison de l'adsorption d'une même molécule sur des sols présentant des teneurs en matière organique différentes (Hamacer et Thomson, 1972). La variable (teneur en carbone) est un facteur explicatif de l'adsorption des pesticides non ionisés.

Dans le cas des molécules polaires et/ou ionisables, les constituants minéraux et les propriétés physico-chimiques, en particuliers le pH, jouent un rôle déterminant dans l'adsorption. Dans le cas de bases faibles, en plus de la matière organique, d'autres facteurs interviennent, comme le pH (conditionnant le degré de protonation des molécules) ou les argiles (colloïdes minéraux chargés négativement, susceptibles d'adsorber les molécules protonées) ; (Calvet et al., 1980 ; Barriuso et Calvet, 1992). L'adsorption des acides organiques est dépendante du pH des sols et de leur teneur en oxyde ; Elle augmente très rapidement avec l'acidification du milieu (Barriuso et Calvet, 1992 ; Barriuso et al., 1992).

L'influence de la teneur en carbone organique dépend de la teneur en argile ; quand celle-ci est grande, cette influence est peu marquée, voire inexistante (Hasset et al., 1981) Par ailleurs, l'adsorption des pesticides sur de la matière organique est dépendante de la polarité des surfaces. Cette polarité est fixée par l'abondance relative des groupes polaires (groupes fonctionnels azotés et oxygénés) et apolaires (groupes fonctionnels carbonés) (Xing et al.,

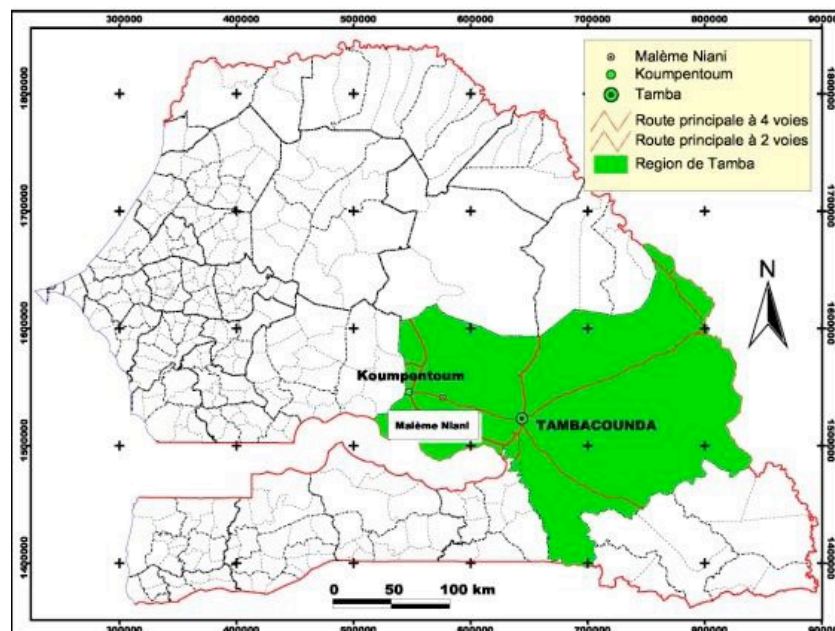
1994 ; Hu et al.,1995). Moins les surfaces organiques sont polaires, plus elles ont une grande affinité pour les molécules hydrophobes. Il est donc compréhensible que la valeur du coefficient Koc dépende de la nature du sol, mais aussi des transformations subies par la matière organique qui modifient sa composition (Calvet et al., 2005). Ainsi, l'humification de la paille de blé et de la luzerne incorporées à un sol limono-argileux entraîne une augmentation du Koc de la terbutryne et du diuron (Gaillardon et al., 1983). L'observation de Benoit et al., (1996) sur l'augmentation du coefficient Koc de chlorophenols adsorbés sur la paille de blé consécutive à l'humification va dans le même sens.

CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES

3.1. Présentation de la zone d'étude

Le département de Koumpentoum est l'un des 45 départements du Sénégal et l'un des 4 départements de la région de Tambacounda. Il a été créé par un décret du 10 juillet 2008. Son chef-lieu est Koumpentoum. Ses arrondissements sont Bamba Thialène et Kouthiaba Wolof. Les localités ayant un statut de commune sont Koumpentoum et Malem Niani, créées en 2008. Le département de Koumpentoum (Figure 2) est limité à :

- l'Est par le département de Tambacounda
- l'Ouest par le département de Koungheul
- Nord par le département de Diourbel
- Sud par la Gambie.



L'analyse du cadre physique fait référence aux ressources pédologiques, hydrographiques, végétales et fauniques (PIC de Koumpentoum, 2010).

3.1.1. Relief et sols

Le relief est constitué de buttes et de petits massifs de plateau qui se dressent au-dessus de terrains plats. Sur le plan pédologique, la topo séquence permet de distinguer deux types de sols :

- Les sols argileux dénommés « Deck » ou « Narwal » qui sont des sols peu évolués
- Les sols sablo-argileux, de transition, appelés « Deck-Dior » ou « Katawal »
- Les sols ferrugineux-ferralitiques qui sont des terres rocailleuses et incultes
- Les sols ferrugineux tropicaux appelés « Dior » ou « Séno » sont des sols sablonneux qui couvrent le reste des terres de la commune.

3.1.2. Climat et précipitations

Le climat est de type soudano-sahélien, caractérisé par l’alternance de deux saisons très contrastées : une saison des pluies (Juin-Octobre, avec une pluviométrie entre 500 et 1000 mm) et une saison sèche (novembre – mai). Ce climat induit des températures qui fluctuent entre 35°C à 40°C de mars à mai contre 20°C à 28°C de novembre à février.

3.1.3. Ressources en eau

Le département ne dispose pas de cours d’eau pérenne. Les eaux superficielles se limitent à une mare qui tarit généralement entre les mois de novembre à décembre. Les disponibilités en eaux souterraines sont également conditionnées par la pluviométrie. Ces eaux souterraines sont exploitées à partir de puits traditionnels et de forages. La nappe phréatique est située entre 40 et 55 mètres de profondeur.

3.1.4. Ressources végétales

Les conditions climatiques évoquées plus haut sont favorables au développement d’un tapis herbacé et de quelques formations forestières. La flore de la zone est assez diversifiée et les espèces ligneuses les plus représentées sont *Diospyros mespiliformis*, *Combretum*, *Sclerocarya birrea*, *Cordylapinnata*, *Parkia biglobosa*, *Adonsonia digitata*, *Guiera senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *Ficus capensis*, *Khaya senegalensis*, *Prosopis africana*, ... Les différentes ressources végétales sont exploitées pour satisfaire les besoins en bois de chauffe, en bois d’œuvre, en bois de service mais aussi pour la pharmacopée traditionnelle et l’alimentation.

3.1.5. Sites opérationnels

Le département de Koumpentoum est scindé en 8 sites opérationnels qui sont Payar, Méréto, Koumpentoum, Bamba Thialène, Malem Niani, Kouthiaba Wolof, Kouthia Gaidy et Kaba/Kahène. Les sites de Koumpentoum, Bamba Thialène, Malem Niani et Kouthiaba Wolof ont été utilisés comme base d’échantillonnage (Figure 3).

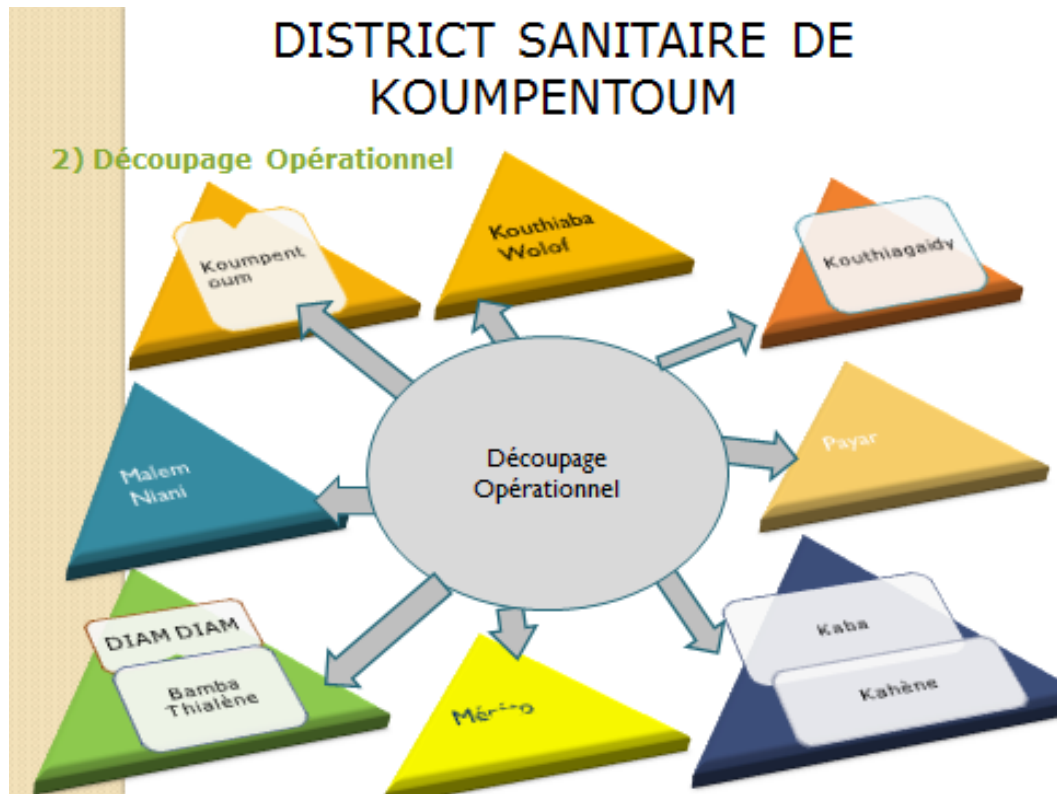


Figure 3 : Sites opérationnels du District sanitaire de Koumpentoum

Durant l'AID, l'insecticide est pulvérisé sur les surfaces intérieures des murs, plafonds et toits de toutes les structures pouvant servir de lieux de repos, dans le but de réduire la longévité des moustiques ciblés. L'insecticide est appliqué sous forme de suspension dont l'assèchement laisse sur le support traité un dépôt de cristaux.



Figure 4 : Applicateur entrain d'asperger un mur intérieur

Méthyl), des pelles et pioches pour le creusement, du papier aluminium, des sachets plastiques de congélation et une glacière pour la conservation des échantillons, ... (Voir Annexe 1).

Avant la campagne AID, un échantillonnage de sol est effectué avant le remplissage des trous des puisards en sciure de bois, charbon de bois et moellons.

Après la campagne AID, les puisards Koumpentoum, Kouthiaba Wolof, Malem Niani et Bamba Thialène ont été détruits et vidés de leur contenu (moellons, charbon et débris ou sciure de bois). Tout le personnel impliqué portait des équipements de Protection Individuelle (voir Annexe 3). Les échantillonnages de sol sont effectués comme suit après avoir vidés les puisards :

- un échantillonnage vertical pour évaluer l'efficacité du dispositif de décontamination mis en place
- un échantillonnage horizontal sur les pans du puisard et à 1 mètre de profondeur pour apprécier le niveau de contamination due à la diffusion latérale et en profondeur des eaux contaminées versées dans les puisards.

A l'aide du matériel de prélèvement, 250 grammes de sol contaminés sont prélevés le long des diagonales, entre (0-10) cm et (0-100) cm de profondeur. Les échantillons de sol sont enveloppés dans du papier aluminium, puis conditionnés dans des sachets de congélation. Tous les échantillons sont codifiés (Tableau 4) et gardés au frais.

Tableau 4 : Codification des échantillons

Sites de prélèvement	Coordonnées géographiques	Zone de prélèvement	Echantillons codés
Bamba Thialène	13° 81' 10'' N 14° 61' 81'' W	Echantillon à blanc	BT0
		Couche superficielle	BT1
		Côté latéral du puisard	BT2
		Fond du puisard	BT3
Koumpentoum	13° 98' 26'' N 14° 56' 05'' W	Echantillon à blanc	K0
		Couche superficielle	K1
		Côté latéral du puisard	K2
		Fond du puisard	K3
Kouthiaba Wolof	14° 17' 58'' N 14° 45' 53'' W	Echantillon à blanc	KW0
		Couche superficielle	KW1
		Côté latéral du puisard	KW2
		Fond du puisard	KW3
Malem Niani	13° 93' 28'' N 14° 29' 45'' W	Echantillon à blanc	MN0
		Couche superficielle	MN1
		Côté latéral du puisard	MN2
		Fond du puisard	MN3

Seize (16) échantillons ont été prélevés dans la couche superficielle, sur les pans verticaux et au fond des puisards sélectionnés. Ces échantillons ont été prélevés de 7 heures 30 mn à 12 heures et de 16 heures à 19 heures 30 minutes, en raison de la forte chaleur qui sévit en cette période hivernale où les températures avoisinaient les 40°C.

3.3. Analyse physico-chimique des échantillons de sol

L'analyse des sols a nécessité l'utilisation de:

- verrerie de nature et de calibre très diversifiés (béchers, éprouvettes, erlenmeyers, pipettes, burettes, entonnoirs, porcelaines, ect...
- appareillage composé de balance de précision, agitateurs magnétiques, pH-mètre, conductimètre, réchaud, étuve, distillateur, rampe de minéralisation, photomètre à flamme, ect...
- produits et solutions chimiques de concentrations variées tels que de l'eau distillée, Bichromate de potassium, Acide sulfurique concentré, Diphénylamine, Hexamétaphosphate de sodium à 50%, eau oxygénée à 3%, Acide phosphorique, Diphénylamine, solution de sel de Mohr, ect...
- autres matériels composés de tamis de diamètre variable, spatules, pinceaux, étiquettes, barreaux aimantés, tiges aimantées, pilon et mortier, papier para film, ect... (Voir Annexe 2).

Au laboratoire une partie des échantillons a été conservée au frais et une autre séchée dans des salles appropriées. Le sol est broyé, puis tamisé à travers des mailles de 63 µm à 2000 µm. La terre fine obtenue est conservée dans des sachets en plastique sur lesquels les références des échantillons sont mentionnées.

Une caractérisation physico-chimique de ces échantillons de sol référencés a porté sur la granulométrie, le pH (eau et KCl), la conductivité Electrique (CE), le carbone organique dans le sol (%C) et la teneur en matière organique (MO) (Source : Institut National de Pédologie).

3.3.1. Analyse physique : Granulométrie

Elle permet d'apprécier la texture du sol. Les échantillons de sols sont tamisés à sec sur une série de tamis Afnor dont les mailles sont de dimensions variables : 2000 µm, 630 µm, 200 µm et 63µm. Une prise de terre est placée dans un erlenmeyer avec quelques millimètres d'eau distillée. Les matières actives sont éliminées par attaque à l'eau oxygénée à chaud, ceci permet de connaître la proportion relative des particules selon leur taille et d'apprécier le pourcentage des différents éléments. Avec l'échantillon traité, les sables sont séparés à l'aide de :

- tamis de 2000 μm pour les sables très grossiers
- tamis de 630 μm pour les sables grossiers
- tamis de 200 μm pour les sables moyens
- tamis de 63 μm pour les sables fins.

Tableau 5 : Classification des particules selon la classification FAO

Particules	Valeur	Interprétation
Argile (en %)	8	Très faiblement argileux
	8 -15	Faiblement argileux
	15 – 25	Normalement argileux
	25 – 35	Argileux
	>35	Très argileux
Limon (en %)	15	Faiblement limoneux
	15 – 25	Normalement limoneux
	25 – 35	Limoneux
	>35	Très limoneux
Sable (en %)	>35	Sableux
Sable grossier (en %)	15	Normal
	>15	Elevé
Sable fin et très fin (en %)	<20	Normal
	20 – 30	Elevé
	>30	Très élevé

3.3.2. Analyses chimiques

A. Détermination du pH

Le pH indique le degré d'acidité ou d'alcalinité du sol. 20 g de terre sont mélangés avec 50 ml d'eau distillée (Rapport 2/5). Le mélange est agité pendant une heure. Le pH des suspensions est déterminé par la méthode électrométrique « électrode de verre », c'est-à-dire la concentration en ions H^+ à l'état dissocié, dans le liquide surnageant.

Tableau 6 : Echelle de pH des sols

pH	Degré
<4	Extrêmement acide
4,6 – 5,2	Très acide
5,3 - 5,5	Acide
5,6 – 6.0	Modérément acide
6,1 – 6,6	Légèrement acide
6,7 - 7,2	Neutre
7,3 – 7,9	Légèrement alcalin
8.0 – 8,5	Alcalin
>8,5	Très alcalin

B. Conductivité Electrique (CE)

Elle mesure la salinité des sols. Elle se fait sur une suspension de sols. 10 g de sol tamisé à 2000 µm dans 200 ml d'eau distillée (Rapport 1/10). Le mélange est agité pendant 40 à 45 minutes par une méthode électronique. La mesure de la conductivité électrique est faite à l'aide de conductimètre. L'unité de mesure est en microsiemens (µs/cm)

Tableau 7 : Classification du degré de salinité des sols

Conductivité électrique	Degré de salinité
250	Non salé
250 -500	Légèrement salé
500 – 1000	Salé
1000 – 2000	Très salé
>2000	Extrêmement salé

C. Carbone organique C (%)

Le carbone organique est déterminé par la méthode du dosage par excès qui consiste à oxyder la matière organique par un mélange de Bichromate de potassium en excès en présence d'acide sulfurique concentré. L'excès du réducteur est titré par le sulfate ferreux (sel de Mohr).

Pour ce faire, il faudra prélever 1 g du sol tamisé à 200 µm, puis on y ajoute 10 ml de Bichromate de potassium à 1 N et 20 ml d'acide sulfurique concentré. La solution est agitée légèrement pendant une minute et est laissée au repos durant 30 mn. Après dilution avec 200 ml d'eau distillée, nous effectuons un dosage avec du sulfate ferreux 5 N précédé de dix gouttes d'indicateur (ferroïne). Le dosage sera terminé si la solution initiale de couleur jaune passe au brun (Méthode de Walkley et Black). Le pourcentage de carbone est déterminé par la formule suivante :

$$\%C = \frac{(A-B) \times 10 \times 0,004}{P \times A} \times 100$$

A = Volume (ml) de sulfate ferreux utilisé pour le témoin

B = Volume (ml) de sulfate ferreux utilisé pour l'échantillon

C = Carbone organique

10 = Volume de bichromate

0,004 = rapport sol / eau distillée et acide sulfurique et phosphorique

P = Poids de l'échantillon tiré en (g).

On suppose que la matière organique contient 58 % de carbone (Baize et Jabiol, 1995). Ce qui fait que pour obtenir le taux de matière organique, il suffit de multiplier le taux de carbone par 1,724.

Tableau 8 : Classification des sols selon leur teneur en matière organique

Matière organique (%)	Sol
0,1 – 0,25	Très pauvre
0,25 – 0,45	Pauvre
0,45 – 0,80	Moyen
0,80 – 1,5	Riche
1,5 – 3	Très riche

3.4. Analyse de la teneur en Pirimiphos Methyl

Le Pirimiphos Méthyl est un insecticide de la famille des organophosphorés, un fumigant utilisé dans la lutte contre divers d'insectes et d'acariens, ravageurs des stocks et en santé publique (aspersion/pulvérisation intra domiciliaire). Son nom chimique (IUPAC) est le O-2-diethylamino-6-methylpyrimidin-4-yl O,O-dimethylphosphorothioate, il est de formule empirique le C₁₁H₂₀N₃O₃PS. Le produit pur est un liquide opaque, inflammable, de couleur pale, le point éclair est inférieur à 100°C. Sa densité est de 1.06 g/cm³ à 20 °C. Sa température d'auto-inflammabilité est de 570°C. Solide en dessous de 21°C, le produit se décompose avant de bouillir aux conditions de la pression atmosphérique.

Le Pirimiphos Méthyl est peu soluble dans l'eau (11 mg/l) et garde une grande affinité avec la plupart des solvants organiques dont il est miscible (par exemple le Naphta). Il n'est pas explosif, ni oxydant. Il possède un grand potentiel de bioaccumulation. Sa mobilité reste faible dans le sol. Il n'est pas persistant dans le sol et dans l'eau.

3.4.1. Extraction, purification et lecture

Les échantillons de sol sont gardés sur le terrain et durant le transport dans une glacière contenant des blocs à glace congelés. Ils sont ensuite enregistrés dans le cahier de laboratoire et mis au congélateur à -18°C durant la période précédant les analyses.

Les analyses (extractions, purification) sont effectuées selon la Méthode d'analyse multi-résidus selon la Norme ISO 10382 : 2002 d'analyse des sols et sédiments.

Un aliquote de 20g est pesé et engagé dans les opérations d'extraction et de purification jusqu'à l'obtention d'un extrait envoyé en lecture chromatographique (Voir annexe 4).

Ces analyses de résidus, sous un environnement respectant les exigences de la norme ISO.CEI 17025, sont assorties d'une analyse d'un blanc sol de laboratoire, d'une recherche de taux de recouvrement, d'un contrôle interne avec le PCB28 à la concentration de 0,5 µg PCB28/g de sol et d'une analyse proprement dite des échantillons.

Le contrôle interne consiste en un suivi de la qualité des analyses par un étalon interne de PCB basé sur un taux de recouvrement de 70 à 120%. L'échantillon de laboratoire à blanc utilisé permet de montrer que la méthode ne détecte pas de Pirimiphos Méthyl sur un échantillon qui n'en contient pas, et permet aussi de déterminer par dopage, le taux de recouvrement qui doit être accepté entre 70 et 120%.

Les techniques de détection, d'identification et de quantification utilisées sont la chromatographie en phase gazeuse (GC/ μ ECD¹) et la quantification par l'utilisation de solutions étalons avec établissement d'une courbe de calibration.

L'extrait final est utilisé directement pour les opérations de détermination par lecture au GC/ μ ECD.

3.4.2. Qualité des analyses

Pour l'étalonnage, des solutions étalons ont été préparées aux concentrations indiquées dans le tableau 9.

Tableau 9 : Données de calibration

AIRE	Concentration (μ g/ml)	Coefficient de Corrélation	Equation de calcul de la Concentration
0	0	R ² =0,997	C=0,0016x AIRE
152	0,2		
298	0,5		
608,3	1		
1304	2		

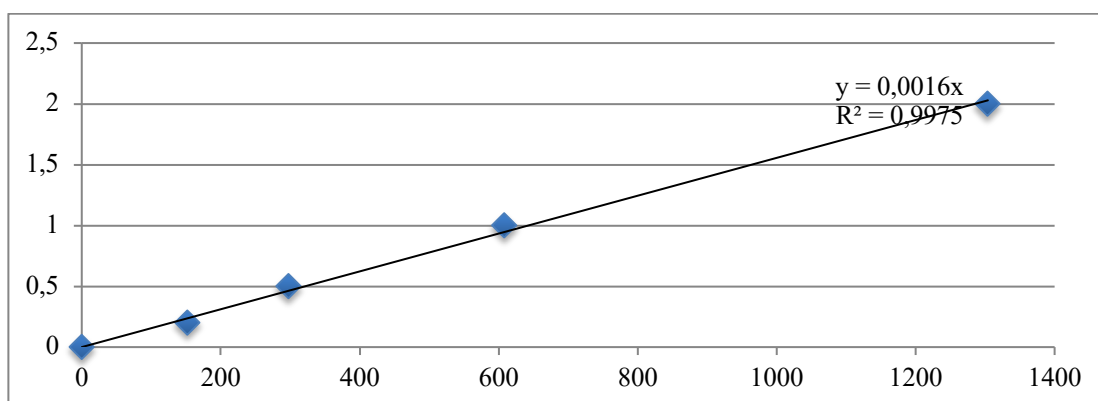


Figure 7 : Courbe de Calibration

Les lectures au GC/ μ ECD opérées sur elles ont donné les aires correspondantes.

Un échantillon à blanc de laboratoire est ensuite analysé et lu dans les mêmes conditions que les autres échantillons et aucune trace de Pirimiphos Méthyl n'a été détectée avec une limite de quantification de 0,05 µg/g.

On a ensuite opéré à un ajout sur cet échantillon à Blanc de 1 ppm µg de Pirimiphos Méthyl. A l'analyse, une récupération de 84.2% a été obtenue sur le Pirimiphos Méthyl.

Tous les recouvrements trouvés sur les étalons internes du PCB28 dans les échantillons analysés sont aussi corrects.

CHAPITRE.4 : RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. Résultats

4.1.1. Analyses physico-chimiques

L'analyse pédologique des échantillons de sol des puisards des sites de Koumpentoum, Kouthiaba Wolof, Bamba Thialène et Malem Niani a donné les résultats suivants (Tableau 10).

Tableau 10 : Rapports des données physico-chimiques des sols

Echantillons	Coordonnées géographiques	Texture	pH	Conductivité Electrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	% C	Matière organique (%)
Koumpentoum	13° 98' 26'' N 14° 56' 05'' W	sablo-limoneuse	7,4	55	1,28	2,2
Kouthiaba Wolof	14° 17' 58'' N 14° 45' 53'' W	sablo-limoneuse	6,3	60,4	0,73	1,26
Bamba Thialène	13° 81' 10'' N 14° 61' 81'' W	sablo-limoneuse	8,31	61	0,49	0,84
MalemNiani	13° 93' 28'' N 14° 29' 45'' W	sablo-limoneuse	8,32	65	0,69	1,2

Les échantillons de sol des puisards de Bamba Thialène, Malem Niani, Koumpentoum et Kouthiaba Wolof ont une texture sablo-limoneuse. Le sol n'est pas salé par rapport à la conductivité électrique et est riche en matière organique. Le sol de Bamba Thialène et Malem Niani est alcalin. Le sol de Koumpentoum est légèrement alcalin. Le sol de Kouthiaba Wolof est légèrement acide.

4.1.2. Analyse de la teneur en Pirimiphos Méthyl

Les résultats d'analyse des échantillons de sol figurent dans le tableau 11.

Tableau 11 : Résultats d'analyse du Pirimiphos Méthyl dans les échantillons de sol

N° d'ordre	Echantillon	Résultats $\mu\text{gm.a./kg}$ de sol	Contrôle interne sur le PCB 28
1	K1	1,06	102%
2	K2	10,13	119%
3	K3	1,98	115%
4	MN1	0,21	115%
5	MN2	16,14	115%
6	MN3	2,96	99%
7	BT1	0,27	119%
8	BT2	1,01	107%
9	BT3	0,22	72%
10	KW1	0,14	113%
11	KW2	0,69	107%
12	KW3	2,75	117%
13	K0	1,24	72%
14	MN0	0,67	76%
15	BTO	0,49	74%
16	KW0	0,37	78%

0 : Echantillon à blanc 1 : Couche superficielle 2 : pan du puisard 3 : Fond du puisard

BT : Bamba Thialène **K** : Koumpentoum **KW** : Kouthiaba Wolof **MN** : Malem Niani

Le Pirimiphos Méthyl est détecté dans tous les échantillons prélevés après la campagne AID. Les résultats ont varié de 0,14 $\mu\text{gm.a./kg}$ de sol sur l'échantillon KW1 prélevé dans la couche superficielle du puisard de Kouthiaba Wolof à 16,14 $\mu\text{gm.a./kg}$ de sol sur l'échantillon MN2 prélevé sur le côté latéral du puisard de Malem Niani.

Les taux de résidus de Pirimiphos Méthyl les plus élevés sont enregistré sur les échantillons prélevés sur le côté latéral des puisards de Koumpentoum et Malem Niani. Quelques traces de Pirimiphos Méthyl sont enregistrées sur les couches superficielles et au fond des puisards. Les puisards de Kouthiaba Wolof et de Bamba Thialène sont les dispositifs qui ont enregistré les

meilleurs résultats en matière de décontamination des eaux chargées de Pirimiphos Méthyl (Tableau 11).

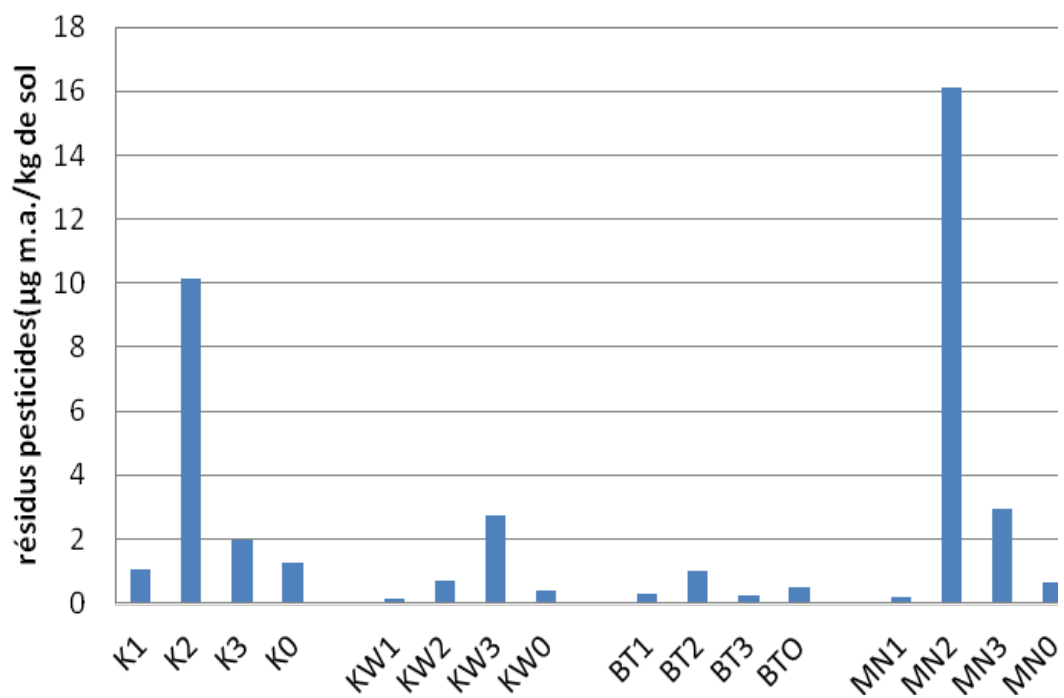


Figure 8 : Résidus de pesticides séquestrés dans les échantillons de sol

Tableau 12 : Compilation des résultats d'analyse

Echantillon	Résultats	Contrôle interne sur le PCB 28	Données physico-chimiques
K1	1,06	102%	13° 98' 26'' N - 14° 56' 05'' W
K2	10,13	119%	Texture sablo-limoneuse avec une prédominance de sable grossier (31,6%). Très riche en matière organique. Sol légèrement alcalin.
K3	1,98	15%	
MN1	0,21	115%	13° 93' 28'' N – 14° 29' 45'' W
MN2	16,14	115%	Texture variable : à limon grossier (52,9%) dans sa partie superficielle et à sable fin en profondeur (37,2%). Riche en matière organique. Sol alcalin.
MN3	2,96	99%	
BT1	0,27	119%	13° 81' 10'' N – 14° 61' 81'' W
BT2	1,01	107%	Texture sablo-limoneuse avec une prédominance de sable moyen à grossier. Riche en matière organique. Sol alcalin.
BT3	0,22	72%	
KW1	0,14	113%	14° 17' 58'' N – 14° 45' 53'' W
KW2	0,69	107%	Texture sablo-limoneuse avec une prédominance de sable moyen à grossier. Riche en matière organique. Sol légèrement acide.
KW3	2,75	117%	

1 : Couche superficielle

2 : côté latéral du puisard

3 : Fond du puisard

BT : Bamba Thialène

K : Koumpentoum

KW : Kouthiaba Wolof

MN : Malem Niani

4.2. Discussion

Le tableau 12 montre la compilation des données physico-chimiques et la teneur en Pirimiphos Méthyl des échantillons de sol.

4.2.1. Traces de Pirimiphos Méthyl dans la couche supérieure des puisards

L'analyse a révélé la faible teneur en résidus de Pirimiphos Méthyl dans les échantillons prélevés dans les couches superficielles de tous les puisards. Le sol de texture sablo limoneuse faciliterait une percolation et les résidus de pesticides dans les eaux de rinçage sont soumis à la photodégradation, cette partie du dispositif étant la plus exposée au soleil. L'isolement de la couche superficielle des puisards par une couche cimentée renforcée de tapis a aussi contribué à la protection de cette partie contre les charges polluantes des eaux de lavage. Cette construction contribuerait à une augmentation de la température, ce qui est aussi un facteur de dégradation du Pirimiphos Méthyl. En effet des études ont montré que l'augmentation de la température accélère le taux de dégradation des pesticides par traitement physique (adsorption) par Martin Gullon et al, (2002) et chimique (oxydation) par Acero et al, (2000).

Les échantillons de sols sont riches à très riches en matières organiques. Plus une molécule est hydrophobe, plus elle est adsorbée sur le sol. Ceci sous-entend l'adsorption sur les sols comme un partage entre une phase aqueuse et une phase organique, en l'occurrence la matière organique du sol (Hance, 1969 ; Briggs, 1981 ; Green & Karickhoff, 1990 ; Baum, 1998 ; Gramatica *et al*, 2000 ; Calvet *et al.*, 2005).

Ishaq S. Eneji et al, (2002), ont étudié un compartiment dans l'environnement et décrivent la dégradation abiotique du Pirimiphos Méthyl dans deux types de sols au Nigéria. Ils ont constaté qu'un processus rapide de dégradation du pesticide survient dans les 10 premières minutes et atteint 37 à 41 % de dégradation selon le type de sol. Le processus est significativement ralenti surtout dans les 30 jours suivants.

4.2.2. Taux élevés de Pirimiphos Méthyl sur les pans latéraux des puisards

Les échantillons de sols prélevés au niveau des pans latéraux des puisards ont enregistré les plus fortes teneurs en résidus de Pirimiphos Méthyl, ce qui confirme une diffusion latérale des eaux contaminées versées dans les puisards surtout à Koumpentoum et Malem Niani. Les résidus de pesticides ont du être adsorbés par les particules de sols grâce à leur forte teneur en matière organique. Ghaly A.E. et al (2002). Le Pirimiphos Méthyl ayant un grand potentiel de bioaccumulation et une faible mobilité dans le sol, l'augmentation de la rétention des pesticides diminue les risques de transfert et peut rendre difficile leur biodégradation. Cette rétention va

conditionner la biodisponibilité, donc la manifestation d'une action toxique du Pirimiphos Méthyl séquestré dans les pans latéraux des puisards. (Barriuso et al. 1994, 2004 ; Alexander, 2000 ; Alexander et al. 2000).

Plus les limites maximales de résidus sont faibles, plus le pesticide est dangereux. Ainsi à l'emplacement du puisard éliminé, il faut éviter de cultiver des plantes à usage alimentaire avant la fin de la rémanence du pesticide car selon la Réglementation (EU) No 212/2013, les limites maximales de résidus sont très faibles avec 1 à 0,05mg/kg de Pirimiphos Méthyl pour les agrumes, les arachides, ect... (Voir Annexe 5). Il ne faut pas laisser divaguer les animaux dans cette partie contaminée car les résidus d'insecticide possèdent la propriété de contaminer la chaîne alimentaire par leur présence dans les herbes, dans la viande et le lait (EXTOXNET, 1993).

4.2.3. Traces de Pirimiphos Méthyl au fond des puisards

Les échantillons de sol prélevés au fond des puisards ont révélé de très faibles résidus de Pirimiphos Méthyl. Dans le puisard, les eaux polluées au Pirimiphos Méthyl traversent d'abord 60 centimètres de moellons. Fortement freinée par l'écoulement dans les moellons, la vitesse du drainage des eaux contaminées versées dans les puisards reste très faible, (Carbon Clément, 2012). La volatilisation des pesticides à partir de la couche de moellons implique beaucoup de facteurs qui influencent le mouvement des pesticides. L'ensoleillement affecte positivement cette volatilisation par son effet sur la pression de vapeur. (Marlière F., 2001).

Les eaux de lavage traverseront ensuite une couche de 20 centimètres de charbon de bois et enfin une troisième couche de 20 centimètres de sciure de bois ou de débris de bois avant d'atteindre le sol.

Ce dispositif du puisard a permis de :

- concentrer les traces du Pirimiphos Méthyl sur un support d'adsorption (charbon de bois, sciure de bois ou débris de bois). Un composé concentré (dans les limites de toxicité) sera plus facilement consommé par la microflore indigène que lorsqu'il est présent dans un milieu sous forme de traces (Gendrault S., 2004),
- utiliser le support solide qui permet également de concentrer une biomasse fixée à sa surface et d'obtenir des densités cellulaires par unité de volume de réacteurs supérieures aux densités cellulaires obtenu en milieu dispersé.

L'adsorption (procédé physique de décontamination) rend le pesticide disponible pour la microflore indigène du charbon de bois engagée dans le processus de dégradation du Pirimiphos

Méthyl. Les composés organiques des débris de bois et sciures de bois minéraliseront les pesticides. Les traitements biologiques entraînent la consommation par biodégradation ou minéralisation des substances polluantes par une biomasse capable d'utiliser le pesticide comme source nutritive (Marlière F., 2000). L'utilisation de matériaux naturels tels que les déchets et débris végétaux comme support de biofiltration a été étudiée avec succès sur la bagasse (Peternel et al, 1999), coton (Baily et al, 1999), fibres de betterave (Rima et al, 2004), rafles de maïs (Hawthorne-Costa et al, 1995), écorces de pin (Al-Asheh et al, 2000; Vasquez et al, 2002; Fermet, 2003) pour les polluants métalliques et (Bras et al, 1999; Ratola et al, 2003; Patakioutas et al, 2002) pour les pesticides. Ainsi la vitesse de dégradation du polluant sera d'autant plus grande que la concentration en biomasse sera grande. Cette biofiltration est un procédé largement connu aujourd'hui et relativement répandue (Société canadienne Technologie Saint-Laurent, 2004).

L'action combinée de la dégradation physique (adsorption), dégradation chimique (oxydation) et biodégradation est efficace pour traiter les eaux à faible concentration de Pirimiphos Méthyl et serait un prétraitement pour les eaux à forte concentration de Pirimiphos Méthyl, (Gendrault, S, 2004).

4.2.4. Performance des puisards des sites de Kouthiaba Wolof et Bamba Thialène

Les sites de Kouthiaba Wolof et Bamba Thialène ont les puisards les plus performants. Cette performance des puisards en matière de décontamination des eaux chargées de Pirimiphos Méthyl pourrait être attribuée aux facteurs pédologiques du sol (sol acide et très riche en matières organiques) à Kouthiaba Wolof. Des études ont montré que la dégradation biologique, physique et chimique des pesticides est fortement accélérée en milieu acide (Gendrault S., 2004). Ainsi, le Pirimiphos Méthyl est rapidement hydrolysé en pH acide avec des demi-vies de 7.3 jours en pH 5 et 79 jours en pH 7 (USEPA, 2002b).

Les résultats ne semblent pas en concordance à Bamba Thialène avec ceux trouvés par (USEPA, 2002b). En effet, le sol a un pH de 8,31 mais la teneur en résidus de pesticides est la plus faible. La dégradation du pesticide semble plus rapide que celles présentées dans l'étude de l'USEPA. Cette faible teneur en Pirimiphos Méthyl pourrait être due à la faible concentration en carbone et en matière organique du sol de Bamba Thialène (voir tableau 10). Les pesticides sont moins adsorbés donc facilement dégradables par le rayonnement solaire : ce qui montre cette corrélation positive trouvée entre la plupart des pesticides et pour la plupart des sols (Walker & Crawford, 1968 ; Hassettel *et al*, 1981; Barriuso & Calvet, 1992; Coquet & Barriuso, 2002; Weber *et al.*, 2004).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les résultats de cette étude ont montré que le Pirimiphos Méthyl est présent à teneur variable dans tous les échantillons de sol prélevés après la campagne AID. Les sols échantillonnés sont sablo-limoneux. Ils ne sont pas salés par rapport à la conductivité électrique et sont riches à très riches en matière organique. Tous les sols sont alcalins à l'exception de celui de Kouthiaba Wolof qui est légèrement acide.

De faibles traces de Pirimiphos Méthyl sont notées dans les couches superficielles des puisards, la dégradation du polluant s'est faite par volatilisation et photodégradation. Ce processus de dégradation du Pirimiphos Méthyl a été accéléré par les températures élevées, la forte teneur en matières organiques, la teneur en eau et l'activité biologique.

Des teneurs élevées en Pirimiphos Méthyl sont enregistrées dans les échantillons de sols prélevés sur les pans latéraux. Ce qui confirme le potentiel de bioaccumulation et de faible mobilité du Pirimiphos Méthyl dans le sol pollué suite à la diffusion latérale des eaux contaminées versées dans les puisards

Des traces de Pirimiphos Méthyl sont enregistrées au fond de tous les puisards quel que soit les propriétés physico-chimiques des sols échantillonnés, ce qui montre qu'il n'y a pas eu d'infiltration du Pirimiphos Méthyl. En effet le dispositif OMS/FAO a fonctionné comme un biofiltre grâce à la présence de la couche de moellons qui ralentit la progression du polluant, les couches de charbon de bois et de débris végétaux (sciure de bois et débris de bois) qui adsorbent le Pirimiphos Méthyl et la microflore indigène qui le biodégrade et le minéralise. Cette décontamination bio-physico-chimique s'avère très efficace pour les eaux polluées aux pesticides versées dans les puisards

Pour compléter ce travail, il serait intéressant de faire :

- une étude sur un dispositif mobile de décontamination des eaux polluées aux pesticides en respectant les mêmes critères d'installation du puisard fixe
- une étude sur un dispositif de prétraitement des eaux à forte concentration d'organophosphorés en s'inspirant de ce dispositif OMS/FAO de décontamination des eaux polluées aux pesticides
- une étude sur la protection des pans latéraux du puisard pour éviter la diffusion latérale des eaux contaminées et la bioaccumulation du polluant dans le sol
- une étude du suivi/évaluation du cycle de vie du Pyrimidinol, produit de dégradation du Pirimiphos Méthyl dans l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

Abt Associates, (2013). Manuel de formation sur le diagnostic et la prise en charge des cas d'intoxication aux pesticides, 34 pages.

Adamson, A. W. (1960): Physical chemistry of surfaces. New York: Interscience.

Alexander M., (1966): Biodegradation of pesticides. In: Pesticides and their effects on soils and water. Wisconsin, Soil Sci. Soc. Amer., Inc., ASA special publi. **8**, 78

Aldrich, R. J. (1953): Herbicides: Residues in soil. J. Agr. Food Chem. **1**, 257 .

Anderson, D. M. (1967): Phase interface between ice and silicate surfaces. J. Colloid Interfac. Sci. **25**, 174.

Anderson, D. M. (1968): Phase boundary water in frozen soils. In symposium: Freezing and thawing. Soil Sci. Soc. Amer. Meeting, New Orleans.

Anne Alix, Enrique Barriuso, Carole Bedos, Bernard Bonicelli, Thierry Caquet, Igor Dubus, Chantal Gascuel, Jean-Joël Gril, Marc Voltz, (). Devenir et transfert des pesticides dans l'environnement et impacts biologiques. "Pesticides, agriculture et environnement", 3, 35-55

Aomine, S., and H. Otsuka, (1968): Surface of soilallophanicclays. Trans. 9th Internat. CongressSoilSci. **1**, 731.

Ashton, F. M. (1961): Movement of herbicides in soil with simulated furrow irrigation. Weeds**9**, 612.

Bocquené G. (1996). L'acétyl-cholinestérase, marqueur de neurotoxicité. Application à la surveillance des effets biologiques des polluants chez les organismes marins. Thèse de Doctorat, Ecole Pratique des Hautes Etudes, 250 pages.

Bollag, J.M., and Liu, S.Y. (1990), Biological transformation processes in pesticides, *in* Cheng, H.H., ed., Pesticides in the soil environment: Processes, impacts, and modeling: Madison, Wis., Soil Science Society of America, p. 169-211.

CIETAP, (2003). Guides produits phytosanitaires, réglementation et bonnes pratiques. Phytoma- La défense des végétaux. 560,13-42.

Calvet R., Barrius E., Bedos C., Benoit P., Charnay M. P., Coquet Y., (2005). Les pesticides dans le sol : Conséquences agronomiques et environnementales. Pp: 255- 283, 311-331.

Carbon C., (2012). «Etude de la photodégradation du malathion et du chlorpyrifos méthyl dans le sol», 32p.

Cottard C. et Papon N., 2010. Les pesticides encore appelés produits phytosanitaires. SIG et Hydrologie-Eduterre Usages.

Décret n° 2008-747 du 10 juillet 2008 portant création de départements et d'arrondissements, *Journal officiel*, n° 6446 du 31 décembre 2008.

Diop A., (2010). Insecticides en santé publique, Atelier de partage des procédures du WHOPES du 03 au 06 août 2010 au Radisson Blue, Dakar, Sénégal.

Diop R. N., (2010). Mise en œuvre des mesures de sécurité en aspersion intra-domiciliaire, Atelier de partage des procédures du WHOPES du 03 au 06 août 2010 au Radisson Blue, Dakar, Sénégal.

Directive du Conseil européen (98/8/CEE). Extrait du JO L 123 du 24.4.1998.

Enejilsaq S., Erwin Buncel and Gary W.vanLoon (2002). *J. Agric. Food Chem.* 2002 50(20), pp 5634-5639.

EQM Research, Inc. (1991). Test-mate OP Kit for the field determination of organophosphate pesticide exposure. Instruction book IB-15. Pp 26.

Ellman G. L., Courtney K. O., Andres V., Featherstone R. M. (1961). A new colorimetric determination of acetyl-cholinesterase activity. *Biochem. Pharmacol.*, 88-95.

Erwin Buncel and Gary W. Vanloon, (2002). Degradation and Sorption of Pirimiphos-methyl in Two Nigerian Soils. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 50, No. 20, 2002 5635-5639

Extoxnet, (1993). Movement of pesticides in environment, 7pp

FAO and WHO, (2004). Codex Alimentarius, (1997).

Gunther F. A. and Gunther J.D. (1970). Factors influencing the adsorption, desorption, and movement of pesticides in soil pp 29-92, 197

Gendrault Sophie, (2004). Etude d'un traitement combiné bio-physico-chimique pour la décontamination des eaux polluées en atrazine. Thèse N° d'ordre 2004ISAL0045. Institut national des Sciences appliquées de Lyon. Pp: 15-29, 102-113, 132-144, 150-158.

Ghaly A.E., Alkoaik F. and Snow A., (2007). Degradation of pirimiphos-methyl during thermophilic composting of greenhouse tomato plant residues; *Canadian Biosystems Engineering/Le génie des biosystèmes au Canada* 49: 6.1 - 6.11.

Gluntet al. Malaria Journal (2014), 13:350 Page 2 of 11.

Kenneth D. Racke,* Kent P. Steele, Robin N. Yoder, Warren A. Dick,† and Elana Avidov‡, (1996). Factors Affecting the Hydrolytic Degradation of Chlorpyrifos in Soil. J. Agric. Food Chem., 44, 1582-1592.

Konaté L., (2010). Lutte antivectorielle du paludisme, Atelier de partage des procédures du WHOPES du 03 au 06 août 2010 au Radisson Blue, Dakar, Sénégal.

Larson R. A. and Larson E.J.W & Weber (1994). Reaction mechanisms in environmental organic chemistry, Pp:2-64.

Mark F. Zaranyika and Justin Mlilo, (2012). Degradation of Fenamiphos, Chlorpyrifos and Pirimiphos Methyl in the Aquatic Environment: A Proposed Enzymatic Kinetic Model That Takes Into Account Adsorption/Desorption of Pesticide by Colloidal and Sediment Particles. Pesticides-Recent trends in Pesticide Residue Assay, Chapter 10, pages 194 of 213.

Marlière Fabrice, (2000). Mesure des pesticides dans l'atmosphère. INERIS DRC-00-23449-AIRE-5692-CDU-FMr. 74 pages.

Marlière Fabrice, (2001). Pesticides dans l'air ambiant. INERIS DRC-01-27138-AIRE No 801--FMr.pp: 7-19..

Organisation mondiale de la Santé. Rapport sur le paludisme dans le monde, (2011), 195p.
OMS. Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs, (2003). Département du Contrôle, de la Prévention et de l'Eradication. Groupe des Maladies Transmissibles, 43p.

Plan d'investissement de la Commune de Koumpentoum 2012 – 2017, (2010). 49 pages

President's Malaria Initiative (PMI). Scaling up Malaria Control Interventions, (2014), 4p.

Programme Nationale de Lutte contre le Paludisme. Plan stratégique de Lutte contre le paludisme 2011-2015/Senegal, (2010), 129p.

Severin F. and Languier, M. (2002). Définition des produits phytosanitaires, pp. 404-412. In pesticides et protection phytosanitaire dans une agriculture en mouvement. ACTA, Ed. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Paris.

USEPA, (2002b). Methods for Measuring the acute toxicity of effluents and receiving water to freshwater and marine organisms. Fifth Edition. EPA -821-R-02-012. P:41-50.

http://water.epa.gov/scitech/methods/cwa/wet/upload/2007_07_10_methods_wet_disk2_atx1-6.pdf consulté le 17 septembre 2014.

<http://www.malariajournal.com/content/13/1/350> consulté le 17 septembre 2014.

http://centre.sante.gouv.fr/drass/environ/o_conso/aep/phytos.htm consulté le 24 septembre 2014.

<http://fr.wikipedia.org> consulté le 24 septembre 2014.

http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/degradation/06_pollution.htm consulté le 24 septembre 2014.

<http://www.eu-footprint.org/fr/ppdb.html> consulté le 24 septembre 2014.

http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public consulté le 30 octobre 2014.

http://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/siters.environnement/documents/Essais_2010/NDiaye_Ben_23-06-2010 consulté le 31 octobre 2014.

<http://extoxnet.orst.edu/faqs/pesticide/pestfate.htm> consulté le 6 Décembre 2014

<http://www.inp.sn> consulté le 6 Décembre 2014

http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-8464-3_4#page-1 consulté le 8 Décembre 2014.

<http://inra.dam.front.pad.brainsonic.com/ressources/afile/234144-01cff-resource-expertise-pesticides-chapitre-3.html> consulté le 9 Décembre 2014

<http://books.google.ca/books?id=YaSjZm4E0EwC&pg=PA160&lpg=PA160&dq=facteurs+d%C3%> consulté le 9 Décembre 2014.

http://www.afes.fr/afes/egs/EGS_3_4_BARRIUSO.pdf consulté le 9 Décembre 2014.

<http://theses.insa.lyon.fr/> consulté le 10 Décembre 2014.

<http://www.observatoire.pesticides.gouv.fr/upload/bibliotheque/229558857131316227828118128276/COP-ORP-LutteAntiVectorielle.pdf> consulté le 10 Décembre 2014.

ANNEXE 1 : MATERIEL D'ECHANTILLONNAGE DE SOLS CONTAMINES AUX PESTICIDES

LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

GPS (Global Positioning System)

PRELEVEMENT

Ruban mètre, cuillère à soupe, pelle, bêche, pioche.

COLLECTE

Seau, bac en bois

CONDITIONNEMENT-EMBALLAGE

Papier aluminium, Sachet de congélation avec attaches

IDENTIFICATION

Étiquette, crayon, marqueur

TRANSPORT

Glacière

PROTECTION

Combinaison, bottes, gants, masque, casque, visière.

ANNEXE 2 : MATERIEL D'ANALYSE DES SOLS CONTAMINES AUX PESTICIDES

VERRERIE

Béchers, éprouvettes, erlenmeyers, pipettes, burettes, entonnoirs, porcelaines, ect...

APPAREILLAGE

Chromatographe en Phase Gazeuse équipé d'un micro détecteur à capture d'électrons,

Balance de précision, agitateurs magnétiques, pH-mètre, conductimètre, réchaud, étuve, distillateur, rampe de minéralisation, photomètre à flamme, ect...

PRODUITS ET SOLUTIONS CHIMIQUES

Eau distillée, Bichromate de potassium, Acide sulfurique concentré, Diphénylamine, Hexamétaphosphate de sodium à 50%, eau oxygénée à 3%, Acide phosphorique, Diphénylamine, solution de sel de Mohr, ect...

AUTRES MATERIELS

Tamis de diamètre variable, spatules, pinceaux, étiquettes, barreaux aimantés, tiges aimantées, pilon et mortier, papier para film, ect...

ANNEXE 3 : DESTRUCTION D'UN PUISARD

Les puisards sont détruits et leur contenu (moellons et charbon) récupéré par des ouvriers en équipement de protection individuelle.



Figures 1 : Puisard : Vue extérieure

Vue intérieure



Figures 2 : Puisard détruit

ANNEXE 4 : METHODE D'ANALYSE DES RESIDUS DE PESTICIDES DANS LES SOLS: NORME ISO 10382

RESUME :

La prise d'essai (20 g) prélevée sur l'échantillon préalablement homogénéisé sera engagée dans un flacon brun en présence de 50 ml d'acétone.

Le flacon et son contenu sont ensuite agités à la secoueuse mécanique durant 15 mn à la vitesse 4.

A la fin de ce temps, le mélange sol acétone est décanté pendant 10 mn et le solvant est récupéré par filtration sur un filtre en micro-fibres de verre dans une ampoule à décanter.

Le sol restant dans le flacon est ensuite recouvert de 75 ml d'éther de pétrole et secoué à nouveau à la même vitesse pendant 15 autres mn.

L'éther de pétrole est ensuite traité dans les mêmes conditions que l'acétone et versé directement dans l'ampoule à décanter.

Une seconde extraction à l'éther de pétrole sur le sol est reprise dans les mêmes conditions.

Le mélange de filtrat dans l'ampoule est lavé à l'eau distillée par une quantité de 500 ml : le tout sera secoué en 5 mn et décanté.

La phase aqueuse est soutirée d'abord, et la phase organique contenant le ou les pesticides à chercher passe à travers un lit de sulfate de sodium anhydre et est récupérée dans un ballon d'évaporation.


Un 2^e lavage à l'eau dans les mêmes conditions est à nouveau opéré.

Les soutirats constituant le contenu du ballon sont évaporés au rotavapor à sec puis récupérés dans de l'acétate d'éthyle entre 1 à 2 ml dans une vial pour lecture au CPG.

ANNEXE 5: UE PESTICIDES DATABASE

PIRIMIPHOS METHYL IN REGULATION 212/2013

Haut du formulaire

Pages : 12345678910 	
Products as in Reg. (EU) No 212/2013 "	Pesticide residues and maximum residue levels (mg/kg)

Bas du formulaire

Code number	Groups and examples of individual products to which the MRLs apply (a)	Pirimiphos-methyl (F)
0100000	1. FRUIT FRESH OR FROZEN NUTS	
0110000	(i) Citrus fruit	
0110010	Grapefruit (Shaddocks, pomelos, sweeties, tangelo (except mineola), ugli and other hybrids)	1
0110020	Oranges (Bergamot, bitter orange, chinotto and other hybrids)	1
0110030	Lemons (Citron, lemon, Buddha's hand (Citrus medica var. sarcodactylis))	1
0110040	Limes	1
0110050	Mandarins (Clementine, tangerine, mineola and other hybrids tangor (Citrus reticulata x sinensis))	2
0110990	Others	1
0120000	(ii) Treenuts	0,05*
0120010	Almonds	0,05*
0120020	Brazilnuts	0,05*
0120030	Cashew nuts	0,05*
0120040	Chestnuts	0,05*
0120050	Coconuts	0,05*
0120060	Hazelnuts (Filbert)	0,05*
0120070	Macadamia	0,05*
0120080	Pecans	0,05*
0120090	Pine nuts	0,05*
0120100	Pistachios	0,05*
0120110	Walnuts	0,05*
0120990	Others	0,05*

0130000	(iii) Pome fruit	0,05*
0130010	Apples (Crabapple)	0,05*
0130020	Pears (Oriental pear)	0,05*
0130030	Quinces	0,05*
0130040	Medlar	0,05*
0130050	Loquat	0,05*
0130990	Others	0,05*
0140000	(iv) Stone fruit	0,05*
0140010	Apricots	0,05*
0140020	Cherries (Sweet cherries, sour cherries)	0,05*
0140030	Peaches (Nectarines and similar hybrids)	0,05*
0140040	Plums (Damson, greengage, mirabelle, sloe, red date/Chinese date/Chinese jujube (Ziziphus zizyphus))	0,05*
0140990	Others	0,05*
0150000	(v) Berries&small fruit	
0151000	(a) Table and wine grapes	
0151010	Table grapes	0,05*
0151020	Winegrapes	2
0152000	(b) Strawberries	0,05*
0153000	(c) Cane fruit	0,05*

ANNEXE 6: QUELQUES PHOTOS D'UNE CAMPAGNE AID



Opérateurs en équipement de protection individuelle (EPI)



Applicateurs entrain d'asperger une pièce



Activités autour d'un puisard



Puisards post campagne d'aspersion intradomiciliaire (AID)