

LES RÉSIDUS D'INSECTICIDES ORGANOCHLORÉS
DANS LES SOLS ET LES RIVIÈRES DE LA RÉGION
BANANIÈRE DE GUADELOUPE

J. SNEGAROFF



LES RÉSIDUS D'INSECTICIDES ORGANOCHLORÉS
DANS LES SOLS ET LES RIVIÈRES DE LA RÉGION
BANANIÈRE DE GUADELOUPE

J. SNEGAROFF

RÉSUMÉ — Ce travail est une enquête sur le niveau de pollution par les résidus d'HCH et de chlordécone dans la région productrice des bananes de la Basse Terre (Guadeloupe). Les concentrations observées dans les sols étaient de 0 à 6 mg/kg pour l' α HCH, de 0 à 21,8 mg/kg pour le β HCH, de 0 à 4,7 mg/kg pour le γ HCH, de 0 à 9,5 mg/kg pour le chlordécone.

Dans trois rivières de la région, des échantillons d'eau ont été prélevés. Ils contenaient de 0 à 0,425 $\mu\text{g/l}$ d' α HCH, de 0 à 0,26 $\mu\text{g/l}$ de β HCH, de 0,005 à 0,146 $\mu\text{g/l}$ de γ HCH, de 0,06 à 0,21 $\mu\text{g/l}$ de chlordécone. Des sédiments ont été également analysés : les concentrations étaient de 0 à 0,002 mg/kg d' α HCH, de 0 à 0,065 mg/kg de β HCH, de 0 à 0,135 mg/kg de chlordécone.

Il n'est pas possible d'affirmer que cette pollution a ou n'a pas d'effet sur les biocénoses des rivières à bilharziose en raison du manque de données toxicologiques vis-à-vis des espèces concernées, et des teneurs observées.

1. INTRODUCTION

En 1975, une mission d'enquête en Guadeloupe a été décidée par l'I.N.R.A. pour étudier les problèmes de pollution de l'environnement par les produits agropharmaceutiques.

En particulier, l'attention a porté sur la région productrice de bananes, au sud de la Basse-Terre.

Les bananeraies reçoivent en effet depuis des années des traitements répétés et massifs avec des insecticides : l'HCH technique, puis plus récemment le chlordécone (ou képone), employés contre le Charançon du Bananier *Cosmopolites sordidus*.

Cela soulève le problème de la pollution des sols dans les secteurs de bananeraies, et d'autant plus que dans certains endroits, celles-ci sont remplacées par des cultures maraîchères. Les résidus d'insecticides dans les sols peuvent être alors considérés de deux points de vue : risque de phytotoxicité en cas de pollution trop forte, et risque

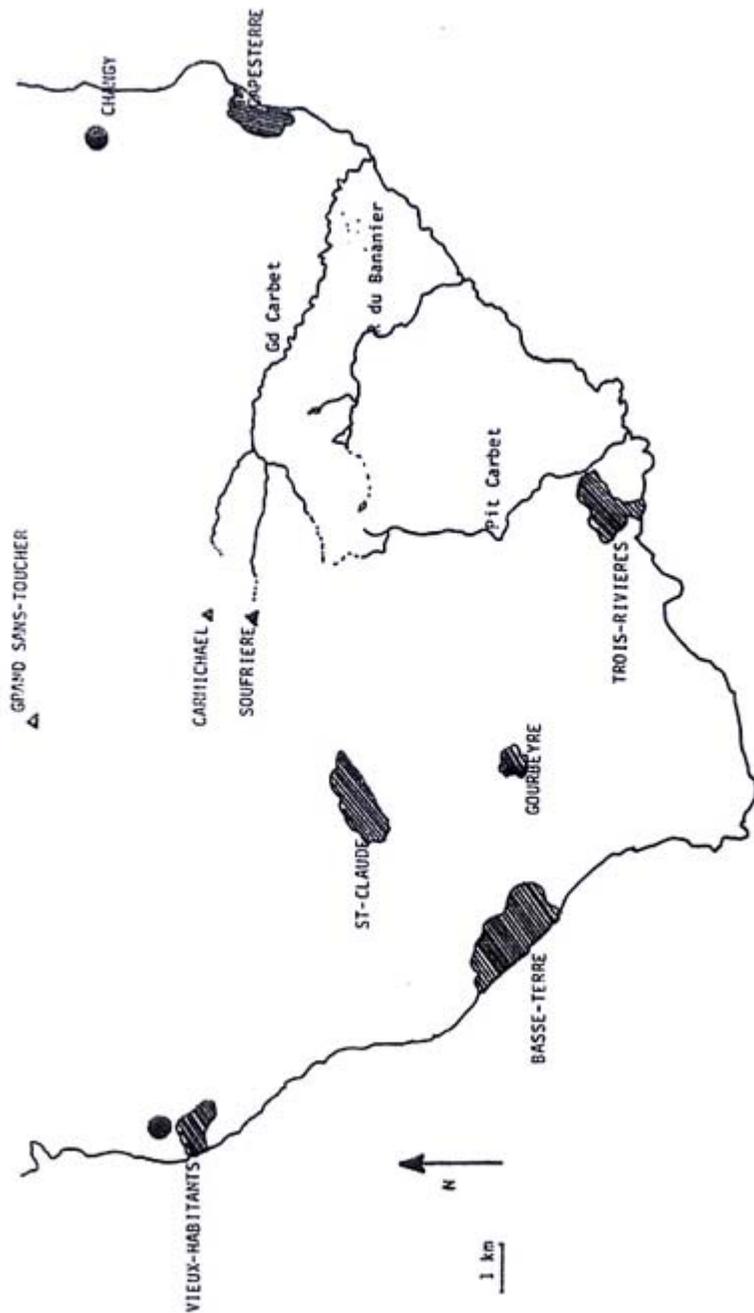


FIGURE 1

Localisation des prélèvements. D'après la carte IGN au 1/100 000.

de contamination des plantes à partir des résidus dans le sol. Ce risque est différent suivant que les cultures de remplacement des bananiers sont des cultures de légumes comme les aubergines ou de plantes-racines (carottes).

Par ailleurs, la bilharziose est une maladie qui sévit dans la région productrice de bananes. Et la question s'est posée de savoir si des résidus insecticides, issus des traitements des bananeraies, ne seraient pas susceptibles de contaminer le milieu aquatique, et par là d'influer sur des équilibres biologiques entre les planorbes vecteurs de la bilharziose, et des crustacés prédateurs, donc d'influer sur l'extension de la maladie.

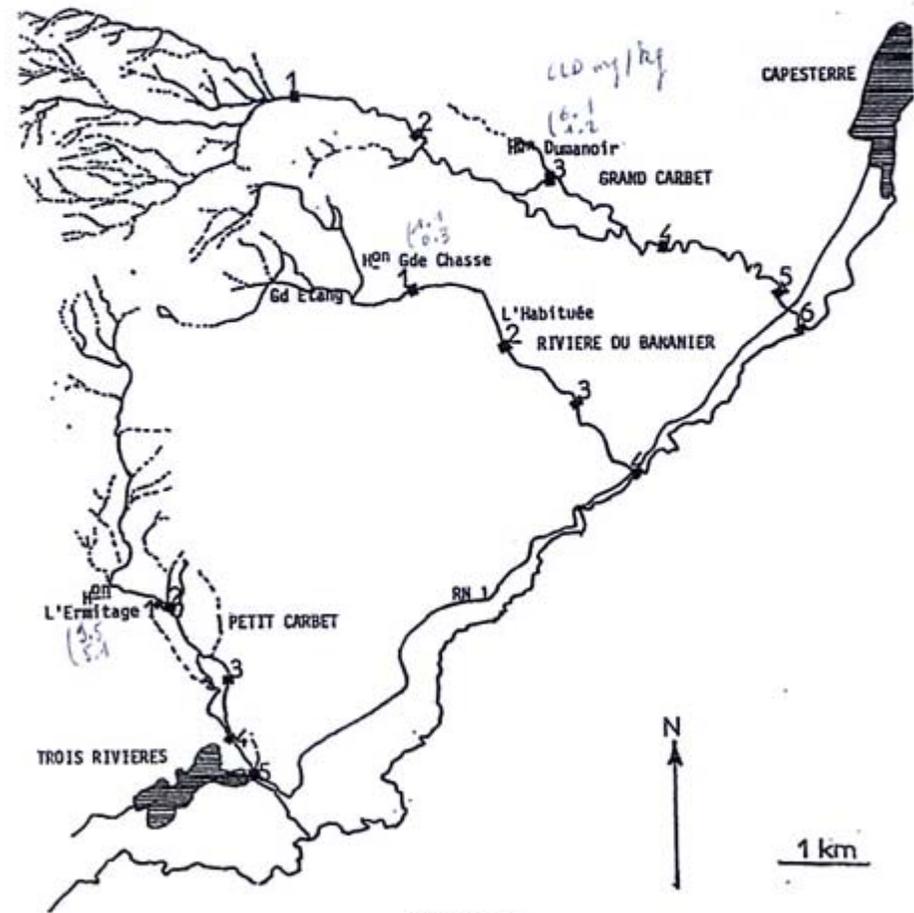


FIGURE 2

Localisation des prélèvements dans les rivières. D'après la carte IGN au 1/50 000.

2. TECHNIQUES ET METHODES

2.1. - Prélèvements

Trois rivières ont été choisies dans la région de production bananière, qui étaient en outre contaminées par la bilharziose : le Grand Carbet, la Rivière du Bananier, et le Petit Carbet. Dans ces rivières, de l'eau a été prélevée de manière ponctuelle à deux reprises, et en différents points (cf. figures 1 et 2).

A ces mêmes endroits, on a prélevé des échantillons de matériaux déposés dans le fond des rivières : ces matériaux étaient très hétérogènes, et constitués surtout de sables grossiers, et de débris de matière organique (pour l'essentiel, les particules fines sont entraînées lors des forts écoulements de ces rivières, qui ont un caractère torrentiel marqué).

Des échantillons de terre ont été prélevés dans des bananeraies en production, à proximité des rivières considérées. Dans ce secteur les traitements insecticides ont été intensifs. Par exemple, dans les bananeraies de l'Habitation Dumanoir (Grand Carbet, proche du point 3), les traitements à l'HCH technique étaient, presque jusqu'à l'époque des prélèvements de 80 kg/ha, répétés 4 fois par an, soit 320 kg/ha par an ; et même, avant les nouvelles plantations, ou dans les parcelles les plus charançonnées, la dose était doublée. De telles applications ont été faites chaque année, et pendant plusieurs années.

Après épuisement des stocks d'HCH, les premiers traitements au chlordécone ont débuté dans ce secteur un peu avant les prélèvements.

Les prélèvements ont été réalisés à deux profondeurs (0-10 cm, et 10-20 cm) en 3 ou 4 points de la même parcelle, et ont été groupés en un échantillon moyen.

Par ailleurs, deux autres sites ont été choisis pour évaluer la pollution des sols. Il s'agit d'une parcelle de bananiers proche de Vieux-Habitants qui avait subi comme traitements à l'HCH un enrobage des plants à l'installation en 1970, et ensuite un seul traitement, et qui a été convertie en 1975 en aubergines. Les échantillons ont été réalisés à partir de deux prélèvements à deux profondeurs (0-10 cm et 10-20 cm), et à trois niveaux de la parcelle (le point 1 étant le plus bas, le plus proche de la mer).

L'autre lieu étudié est une plantation d'aubergines, qui a succédé à une bananeraie d'au moins 3 ans, avec traitements à l'HCH pendant 2 ans, et au chlordécone pendant 1 an. Cette parcelle est située au lieu-dit Chanji, près de Capesterre. De la terre a été prélevée en 9 endroits et groupée pour faire 3 échantillons moyens, et à 2 profondeurs (0-10 cm, 10-20 cm).

2.2. - Méthode de dosage de l'HCH dans l'eau, le sol, les sédiments EAU

Un échantillon de 25 g d'eau est extrait par agitation vigoureuse en présence de 1 ml d'hexane distillé. Le dosage en CGL est effectué à partir de la phase hexanique, soit directement, soit après dilution.

SOL ET SÉDIMENTS

100 g de sol ou de sédiments sont extraits par agitation dans 100 ml d'acétone distillée. Après filtration sur büchner, l'extraction est répétée. La moitié du filtrat est additionnée d'eau, et agitée trois fois en présence de 50 ml d'éther de pétrole distillé. La phase organique recueillie par décantation est séchée sur sulfate de sodium anhydre, et amenée par évaporation sous vide au volume de 10 ml. Cet extrait est dosé après une simple dilution en CGL. Le détecteur utilisé était à capture d'électrons.

Les échantillons ont été injectés sur deux colonnes de polarité différente pour confirmer les résultats : une OV 210 à 5 p. cent sur Gas Chrom Q, et une OV 225 à 5 p. cent sur Gas Chrom Q.

Les résultats ont été rapportés au poids de matière sèche (mesuré par pesée après 24 h à l'étuve à 105 °C). Les seuils de détection par cette méthode étaient pour la terre et les sédiments, de l'ordre de 0,001 mg/kg MS pour l' α HCH, de 0,004 mg/kg MS pour le β HCH, de 0,002 mg/kg pour le γ HCH.

Pour les échantillons d'eau, les seuils de détection étaient de 0,003 μ g/l pour l' α HCH, de 0,015 μ g/l pour le β HCH, et de 0,004 μ g/l pour le γ HCH.

2.3. - Méthode de dosage du chlordécone

Un échantillon de 250 g d'eau est extrait 3 fois par 50 ml de dichlorométhane. La phase organique, recueillie par décantation, et séchée par le sulfate de sodium anhydre, est évaporée sous vide, et l'extrait repris par un mélange d'acétone-hexane (10 p. cent d'acétone), et ajusté à 10 ml.

Pour les échantillons de sol et de sédiments, on a utilisé la deuxième moitié du filtrat obtenu après extraction à l'acétone (cf. 2-2). A cet extrait, on ajoute 250 à 300 ml d'eau, 50 ml de dichlorométhane, et on acidifie le milieu avec 2 ml d'HCl fumant. On recueille la phase de dichlorométhane, et on recommence le partage 2 fois avec 50 ml de CH_2Cl_2 . Cet extrait est séché sur du sulfate de sodium anhydre, puis évaporé sous vide, et repris dans un mélange d'acétone-hexane à 10 p. cent d'acétone, et ajusté à 10 ml.

Le dosage est ensuite effectué par injection directe ou après dilution en chromatographie en phase gazeuse dans les conditions suivantes :

- détecteur à capture d'électrons
- colonne OV 210 à 5 p. cent sur Gas Chrom Q
- température du four 180 °C
- température de l'injecteur 230 °C
- température du détecteur 215 °C

La sensibilité de l'appareil était de 0,002 ng, ce qui correspond à un seuil de détection de 0,003 mg/kg rapporté à la matière sèche pour le sol, et de 0,0001 mg/l pour l'eau.

Il n'a pas été possible de réaliser la confirmation de l'identification des résidus car le chlordécone se chromatographie mal sur les autres colonnes essayées (non reproductibilité, et non linéarité de la réponse).

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. - Résidus d'HCH dans les sols

Les résultats figurent dans le tableau I.

Dans la région des bananeraies traitées intensivement (Grand et Petit Carbet, Rivière du Bananier), les résidus d'HCH sont présents dans tous les échantillons à des concentrations notables.

Il est à noter que les trois isomères de l'HCH ne se comportent pas de la même manière au cours du temps, et que les proportions respectives des 3 isomères diffèrent considérablement de celles rencontrées dans l'HCH technique dont la composition est sensiblement la suivante :

α HCH 65 à 70 p. cent ; β HCH 5 à 6 p. cent ; γ HCH 13 p. cent d'après Martin H. (1971).

Dans les échantillons considérés, la proportion de l'isomère β est bien plus importante (de 67 à 94 p. cent), et celle de l' α au contraire est très réduite (de 3 à 19 p. cent). Cela s'explique par la très grande stabilité de cet isomère (et aussi par sa tension de vapeur faible), alors que les isomères α et γ sont eux nettement moins stables dans l'environnement, et que leur relative volatilité est aussi un facteur de disparition du sol.

Les teneurs encore fortes en α et γ HCH dans le cas du point 1 de la Rivière du Bananier s'expliquent vraisemblablement par le fait

de traitements assez récents au moment du prélèvement, qui s'ajoutent à un niveau de pollution résultant de traitements antérieurs considérables comme le montre l'accumulation de l'isomère β .

TABLEAU I

Résidus d'HCH et de chlordécone
dans le sol de la région bananière de Guadeloupe
Exprimés en ppm (ou mg/kg) rapportés à la matière sèche

Lieux de prélèvements	Profondeur en cm	α HCH	β HCH	γ HCH	Chlordécone
<i>Proches du Grand Carbet</i>					
Dumanoir (point 3)	0 - 10	0,19	4,2	0,14	6,1
	10 - 20	0,2	2,6	0,2	1,2
Près de la Riv 1 (point 5)	0 - 10	0,033	0,7	0,02	0,1
	10 - 20	0,23	1,14	0,23	0,07
<i>Proches de La Rivière du Bananier</i>					
Hd Grande Chasse (point 1)	0 - 10	6	21,8	4,7	1,1
	10 - 20	0,85	21,5	1,5	0,3
<i>Proches du Petit Carbet</i>					
HRP à l'Ermitage (point 1)	0 - 10	0,65	5,7	0,5	9,5
	10 - 20	0,82	7,9	0,7	5,1
<i>Parcelle proche de Vieux Habitants</i>					
point 1	0 - 10	ND (<0,001)	0,0023	0,02	ND (<0,03)
	10 - 20	ND (<0,001)	0,028	0,004	ND
point 2	0 - 10	ND (<0,001)	ND (<0,004)	ND (<0,002)	ND
	10 - 20	0,001	0,004	0,004	ND
point 3	0 - 10	0,0006	0,006	ND (<0,001)	0,1
	10 - 20	0,015	0,01	0,0025	ND
<i>Parcelle d'aubergines à ancêtres bananières Chanji (près de Capesterre)</i>					
point 1	0 - 10	4,2	2,2	0,6	ND
point 2	0 - 10	0,52	0,76	0,19	ND
	10 - 20	0,04	0,14	0,036	ND
point 3	0 - 10	0,6	0,43	0,08	ND
	10 - 20	0,04	0,11	0,024	ND

ND = Non Détectable - α HCH < 0,001 mg/kg ; β HCH < 0,004 mg/kg ; γ HCH < 0,001 mg/kg ; chlordécone < 0,03 mg/kg.

Les échantillons correspondant à l'horizon 10-20 cm sont tous contaminés, ce qui montre que dans ces sols, et avec l'abondance des précipitations de cette région, le lessivage est un phénomène notable, au moins dans les horizons superficiels du sol. Il faut aussi se rappeler que les traitements du bulbe à la plantation des bananiers impliquent une incorporation localisée du produit. Dans les cas des bananeraies

Point 1 → 6/1975

W/S 21
2112?

W/S 21

à l'origine
de l'analyse

du Grand et du Petit Carbet, pour chacun des 3 isomères, les concentrations rencontrées en profondeur sont soit du même ordre de grandeur que celle de surface, soit plus grandes. Il est possible que cela puisse s'expliquer par la volatilisation et l'activité microbienne qui est plus importante en surface qu'en profondeur, et peut-être aussi par un lessivage actif dans ce type de sol.

La répartition en profondeur dans le cas du point 1 de la Rivière du Bananier renforce l'hypothèse de traitements récents en surface.

Les résidus observés dans le cas de la parcelle de Vieux Habitants, qui avait été peu traitée, sont très faibles par rapport aux observations réalisées dans le secteur Trois Rivières Capesterre. On peut faire les mêmes remarques que dans ce cas-là. L' α HCH a pratiquement disparu, sauf au point 3 à 10-20 cm. La proportion de l'isomère β dans les résidus d'HCH est ici beaucoup plus variable, et nettement moins forte que précédemment.

Dans cette parcelle, les variations observées entre les différents points de prélèvement semblent liées non à des différences topographiques (point 1, en bas de la pente, proche de la mer, et point 3 en haut de la parcelle), mais bien plutôt à l'hétérogénéité de répartition du produit et donc aux difficultés de l'échantillonnage.

Dans la parcelle d'aubergines à antécédent bananier de Chanji, les résidus observés se rapprochent de ceux observés dans les bananeraies en exploitation considérées. La teneur en α HCH par rapport à celle de l'isomère β laisserait penser à une utilisation toute récente de l'HCH technique. La répartition en profondeur vient appuyer cette hypothèse.

Dans une région au relief aussi tourmenté, où les traitements sont localisés (traitement du bulbe au moment de la plantation, puis en surface autour du pseudotronc) l'échantillonnage réalisé est très certainement insuffisant pour rendre compte de l'hétérogénéité de répartition des produits, et pour qu'on puisse considérer les valeurs obtenues comme représentatives d'une moyenne. Par ailleurs, l'historique des traitements n'est pas connu avec une précision suffisante. Aussi les niveaux de contamination observés ne peuvent-ils être considérés que comme une indication.

3.2. - La pollution des sols par l'HCH et sa signification

Pour évaluer les effets possibles de la pollution des sols observée en Guadeloupe, on peut se référer aux essais rapportés par Arnoux J. et al. (1974) : dans un sol contenant 0,21 mg/kg de lindane (γ HCH), les carottes en contenaient 0,12 mg/kg. Ces chiffres laissent penser

que les résidus décelés dans les sols en Guadeloupe ne permettraient pas le remplacement du Bananier par des cultures de carottes, ou d'autres plantes-racines dont la contamination serait trop grande pour la commercialisation. La teneur maximale tolérable pour les résidus de γ HCH est en effet pour la France de 0,1 mg/kg pour la carotte (arrêté du 5-7-1973, J.O. du 4-10-1973). Un échantillon d'aubergines de la parcelle de Chanji à antécédent bananier a été analysé.

Les résidus trouvés étaient de :

	mg/kg matière sèche	mg/kg légume frais
α HCH	0,054	0,004
β HCH	0,020	0,002
γ HCH	0,024	0,002

Ces résidus sont bien inférieurs à la tolérance française du γ HCH qui est de 2 mg/kg pour les légumes-feuilles, et de 1,5 mg/kg pour les autres légumes (arrêté ci-dessus).

Par conséquent, cette pollution des sols ne devrait pas poser de problèmes de contamination pour des cultures maraîchères de remplacement, dans la mesure où cet échantillonnage est représentatif de la pollution des sols considérés.

Les principales données rapportées dans la littérature sur les effets de l'HCH sur le sol portent souvent sur le seul lindane, et aux doses habituelles. Martin J.-P. et al. (1959) ne signalent aucun effet sur les propriétés biologiques et physiques du sol. Gray P.H.H. (1954) signale une toxicité sur certaines fonctions bactériennes. Thompson A.R. et Edwards C.A. (1974) indiquent des effets dépressifs sur les populations d'arthropodes. Le mélange d'isomères peut avoir plus d'impact que le lindane seul. De manière générale, les effets secondaires des résidus d'HCH dans les sols sont faibles, mais il ne serait pas sans intérêt de confirmer cela dans les conditions particulières de la Guadeloupe (sol, climat, doses appliquées).

3.3. - Résidus d'HCH dans l'eau et les sédiments

Les résultats concernant l'eau figurent dans le tableau II. Dans la plupart des échantillons analysés, on a retrouvé des résidus des trois isomères de l'HCH. Les trois rivières considérées présentent des niveaux de pollution sensiblement équivalents. Comme dans le cas des sols, la proportion des isomères est complètement différente de celle de l'HCH technique. Dans la Rivière du Bananier et le Petit Carbet, les niveaux de contamination par les isomères α et γ sont comparables, les teneurs en β HCH étant de loin plus élevées. Cela

TABLEAU II
Résidus d'HCH dans les eaux
des rivières de la région bananière de Guadeloupe
(en ppb ou µg/l)

Prélèvements Lieux	Dates	α HCH			β HCH			γ HCH		
		4.4.75	3.6.75	6.6.75	4.4.75	3.6.75	6.6.75	4.4.75	3.6.75	6.6.75
Grand Carbet	point 1		0,006			ND			0,005	
	point 2		ND			0,035			0,006	
	point 3	0,33	0,425	0,14		0,195	0,088		0,146	0,042
	point 4	0,096	0,01	0,008		ND	ND		0,057	0,009
	point 5	0,038			0,1				0,033	
	point 6	0,033			0,063				0,031	
Rivière du Sansée	point 1	0,22								
	point 2	0,028			0,064			0,023		
	point 3	0,032			0,16			0,036		
	point 4	0,089			0,19			0,025		
Petit Carbet	point 1									
	point 2	0,016			0,065	0,26		0,012	0,022	
	point 3	0,072			0,2			0,043		
	point 4	0,036			0,25			0,035		
	point 5	0,034			0,19			0,021		
				0,024			0,12			

ND = Non Détectable : $\alpha < 0,003 \mu\text{g/l}$ - $\beta < 0,015 \mu\text{g/l}$.

résulte comme ci-dessus (§ 3.1.) des vitesses différentes de disparition du milieu (dégradation, volatilisation), et aussi des coefficients de partage entre solution et phase adsorbée sur les sédiments.

Dans le cas du Grand Carbet, les concentrations des 3 isomères sont comparables. Aussi peut-on penser à des résidus provenant de traitements moins anciens.

D'après les résultats obtenus, il ne paraît pas possible de définir un profil des niveaux de contamination le long des cours d'eau : les variations d'un point à un autre semblent liées aux conditions de l'endroit (topographie, nature des sédiments), plutôt qu'à la position sur la rivière.

Par exemple, au point 3 du Grand Carbet (Habitation Dumanoir), l'échantillon d'eau du 3-6-1975 montre une forte contamination, alors que l'échantillon du point 4 (Chemin Adam) du même jour montre, lui, une pollution très faible.

La seule variation significative des niveaux de pollution le long des cours d'eau est constituée par les échantillons d'eau des points 1 et 2 du Grand Carbet : ces points situés en amont des premières bananeraies sont peu pollués ; mais même à ce niveau, on a pu déceler des traces d'HCH dont l'origine s'explique mal, sauf peut-être par contamination par voie aérienne, les isomères α et γ étant relativement volatils.

D'après les données de l'I.F.A.C. (actuellement I.R.F.A.), voici quelques précisions sur les précipitations de l'époque considérée :

Les prélèvements du 4-4-1975 ont été faits en période sèche : il n'était tombé que 92,7 mm du 1-3-1975 au 4-4-1975, avec 0 mm dans la semaine qui a précédé la prise d'échantillons.

Du 1-5-1975 au 3-6-1975, il est tombé 167,5 mm avec 23,9 mm dans les 3 jours précédant les prélèvements du 3-6-1975, et 22,3 mm entre le 3-6-1975 et le 6-6-1975 (le 4-6-1975).

Il est difficile, au vu des seules données obtenues, d'apprécier le rôle de la pluviométrie qui précède immédiatement un prélèvement dans les fluctuations des concentrations de résidus. La pluie peut avoir des effets qui s'opposent : accroissement de l'entraînement sous forme adsorbée sur des particules et sous forme de solution, mais aussi dilution des résidus.

Les résultats des analyses des matériaux du fond des rivières considérées se trouvent exposés dans le tableau III. Dans la plupart des échantillons, on a pu détecter des résidus des différents isomères de l'HCH, mais souvent à des niveaux proches des seuils de détection.

TABLEAU III

Résidus d'HCH dans les matériaux déposés
dans les rivières de la zone bananière de Guadeloupe
(résultats exprimés en ppm ou mg/kg rapportés à la matière sèche)

Lieu de prélèvement	α HCH	β HCH	γ HCH
Grand Carbet			
point 3	0,022	0,063	0,011
point 4	ND (<0,0006)	ND (<0,003)	0,052
point 5	0,0007	ND	0,135
point 6	ND	ND	ND (<0,003)
Rivière du Bananière			
point 1	0,013	0,028	0,006
point 2	0,0028	0,008	ND
point 3	0,001	0,007	0,017
point 4	ND	ND	0,0004
Petit Carbet			
point 1	0,003	ND	0,023
point 2	0,018	0,065	0,011
point 3	0,001	0,045	0,048
point 4	0,003	0,016	0,0045
point 5	0,006	0,059	0,88

ND = Non Détectable $\alpha < 0,0006$ mg/kg
 $\beta < 0,003$ mg/kg
 $\gamma < 0,003$ mg/kg

On retrouve à la lecture des résultats le reflet de la grande hétérogénéité des échantillons : dans le Grand Carbet par exemple, les concentrations rencontrées peuvent s'étendre de moins de 0,003 mg/kg à 0,135 mg/kg. Aussi n'est-il pas possible de mettre en évidence une évolution des teneurs observées entre la source et l'embouchure d'une même rivière. Il est à noter que la proportion entre les isomères dans ces matériaux de fond ne ressemble pas à celle observée pour le sol et pour l'eau. Sauf dans quelques échantillons, on n'observe pas une prédominance nette du β HCH par rapport aux autres. Les résidus d' α HCH sont toujours très faibles, mais la concentration en γ HCH est souvent comparable à celle du β HCH. Et les valeurs trouvées pour les points 5 du Grand et du Petit Carbet sont peut-être le signe d'une pollution par le lindane qui s'ajoute à celle issue des traitements à l'HCH. Cette pollution peut provenir de traitements effectués au lindane (dont la réalité reste à confirmer) ou d'une origine non agricole.

On note que si les concentrations d'HCH trouvées dans les échantillons de sédiments varient beaucoup d'un point à l'autre, les concentrations dans les échantillons d'eau correspondants sont beaucoup plus homogènes. Cela fait qu'on ne peut déterminer un facteur d'adsorption (rapport concentration sédiment/concentration eau) qui ait une signification : non seulement les sédiments varient d'un point à l'autre, ainsi que leur pouvoir d'adsorption, mais rien ne prouve que les échanges d'adsorption et de désorption ont le temps de s'effectuer correctement avec les sédiments, compte tenu du caractère torrentiel des rivières.

Ces premiers résultats sur la pollution du milieu aquatique donnent une idée des niveaux de contamination, mais ne permettent pas d'apprécier réellement les possibilités de passage des résidus d'HCH dans l'eau, et donc des fluctuations de cette pollution. Pour cela, la réalisation de dispositifs permettant d'effectuer des prélèvements d'eau en continu et de manière proportionnelle au débit, ou qui se rapprochent de ces conditions, seraient bien préférables aux prélèvements ponctuels. Il serait également intéressant de prélever des échantillons de particules en suspension entraînées lors de crues, et qui sont très susceptibles d'adsorber des quantités notables de résidus d'HCH, et donc de participer à la pollution et à ses effets néfastes éventuels.

3.4. - Aperçu sur les effets possibles de l'HCH dans le milieu aquatique

En l'absence de données précises sur la toxicité pour le milieu des résidus d'HCH, nous nous contenterons de donner quelques indications rapportées dans la littérature.

D'après les études de Gaaboub I.A. et al. (1974), le lindane n'a d'effet toxique direct sur *Biomphalaria alexandrina* (vecteur de la bilharziose à *Schistosoma mansoni*) qu'à des doses très fortes : la CL 50 (24 h) est de l'ordre de 3,5 mg/l. Il semble donc que les résidus observés de γ HCH ont peu de chances de nuire aux planorbes de Guadeloupe.

Eisler (1970) a, au contraire, mis en évidence un effet de stimulation de la fécondité de gastéropodes marins par une intoxication de 96 h dans des concentrations faibles (0,01 mg/l) de lindane. Si le γ HCH est probablement sans effet direct, il y a peu de données sur le rôle des isomères α et β . Les résidus peuvent aussi avoir des effets secondaires en agissant sur les autres espèces aquatiques.

Canton J.H. et al. (1975) mesurent pour l' α HCH des CE 50 à 48 h (concentration efficace qui donne 50 p. cent de morts et d'immobilisés) : pour *Daphnia magna*, cette valeur est de 0,8 mg/l, pour le guppy (*Lebistes reticulatus*) de 0,8 mg/l, et pour la truite arc-

en-ciel (*Salmo gairdneri*) de 1,5 mg/l. Pour la daphnie, les auteurs observent une inhibition de la reproduction de 50 p. cent autour de 1 mg/l, mais elle commencerait à partir de 0,005 mg/l.

Pour le γ HCH, la toxicité pour les crustacés est encore plus grande. Ludemann D. et Neumann H. (1962) signalent pour diverses espèces (*Asellus*, *Cyclope*, *Gammarus*, *Cambarus*) des concentrations absolument létales de 0,1 à 2 mg/l, et des seuils de toxicité de 0,001 à 1 mg/l.

Ces quelques données rappellent la grande sensibilité des crustacés et des poissons à la présence d'HCH dans le milieu aquatique. Or certains crustacés, prédateurs de planorbes, pourraient avoir une influence sur la bilharziose. Pour apprécier réellement les effets secondaires sur la faune aquatique de Guadeloupe, il conviendrait de réaliser une expérimentation avec les espèces, et dans les conditions similaires à celles du lieu. La mesure des répercussions toxicologiques devrait être assez précise, pour apprécier les effets sublétaux apparemment mineurs, mais susceptibles de perturber l'équilibre et la dynamique des populations dans la nature. Enfin, il faut tenir compte du caractère chronique de la contamination et de l'acquisition possible de la résistance chez certaines souches.

Quoi qu'il en soit, dans l'état actuel de nos connaissances, il paraît peu probable que les traitements à l'HCH aient eu une influence profonde sur la biocénose des rivières guadeloupéennes, et des répercussions favorables à l'extension de la bilharziose. Toutefois, on ne peut véritablement exclure cette idée sans une vérification précise.

3.5. - Résidus de chlordécone dans les sols

Les résultats figurent dans le tableau I. Il ressort nettement que les parcelles de Vieux Habitants et de Chanji ne sont pas contaminées parce qu'elles n'ont pas été traitées au chlordécone, ou faiblement. Dans les bananeraies en production, deux parcelles (Dumanoir, l'Ermitage) présentent des résidus notables, ce qui provient de traitements intensifs, ou récents à l'époque considérée. Pour les deux autres, on trouve des résidus dans le sol, mais en quantité nettement moindre.

Dans chacun des échantillons de profondeur 10-20 cm, des résidus de chlordécone ont été décelés mais à des teneurs moindres qu'en surface. Cela montre qu'il existe effectivement une certaine migration en profondeur par lessivage, mais le profil diffère de celui observé avec l'HCH.

Pour évaluer la signification de cette pollution, les données manquent totalement. C'est pourquoi il importerait, dans la mesure

où l'HCH est interdit, et où le chlordécone est appelé à le remplacer de manière durable, d'étudier sa stabilité et ses voies de dégradation dans ces sols tropicaux, ses possibilités d'accumulation, de migration, de contamination des plantes. Ces données sont d'ailleurs nécessaires pour que ce produit ait son autorisation définitive d'emploi.

3.6. - Résidus de chlordécone dans l'eau et les sédiments

Les résultats figurent dans le tableau IV. Dans tous les échantillons d'eau on a pu déceler des résidus de chlordécone à des concentrations assez voisines et assez basses. Dans les sédiments, on a mis en évidence la présence de résidus dans un nombre limité d'échantillons, et les concentrations observées étaient proches du seuil de détection.

La contamination des 3 rivières est comparable, celle du Petit Carbet étant légèrement plus forte.

TABLEAU IV

*Résidus de chlordécone dans l'eau
et les sédiments des rivières de la zone bananière de Guadeloupe
(Prélèvements du 4-4-1975)*

Lieu de prélèvement	Résidus dans l'eau en $\mu\text{g/l}$ (ppb)	Résidus dans les sédiments mg/kg MS (ppm)
<i>Grand Carbet</i>		
point 3	0,15	0,011
point 4	0,11	ND (<0,03)
point 5	0,07	ND
point 6	0,06	ND
<i>Rivière du Bananier</i>		
point 1	0,16	ND
point 2	0,11	0,01
point 3	0,11	ND
point 4	0,09	ND
<i>Petit Carbet</i>		
point 1	0,18	0,007
point 2	0,21	0,11
point 3	0,10	0,013
point 4	0,15	ND
point 5	0,19	0,07

ND = Non Détectable (seuil de 0,03 mg/kg pour les sédiments).

Pour les sédiments, la sensibilité de la méthode est relativement faible, en particulier en l'absence de purification avant le dosage. Et il aurait été bon d'améliorer cette sensibilité pour mieux apprécier le rôle éventuel des sédiments dans la contamination.

La faiblesse de la pollution des sédiments s'explique peut-être par le caractère récent de l'introduction du chlordécone, par une dégradation rapide dans le milieu aquatique, par une adsorption faible par les matériaux du fond.

Comme pour l'HCH, on ne distingue pas de variations des concentrations observées le long des cours d'eau, d'autres que celles liées à l'hétérogénéité du milieu, et à l'échantillonnage.

Les remarques sur cet échantillonnage faites à propos de l'HCH restent évidemment valables pour le chlordécone, et cela limite la portée des résultats à une simple indication des niveaux de pollution.

Il n'est pas actuellement possible de déterminer l'impact possible de cette pollution par le chlordécone sur le milieu aquatique, les données bibliographiques faisant défaut. Il serait donc intéressant de démarrer une expérimentation pour apprécier les effets directs ou non de ce produit sur la faune aquatique, et d'étudier les propriétés d'adsorption, de dégradation, d'accumulation dans ce milieu.

4. CONCLUSION

Ce travail montre qu'une pollution par les résidus d'insecticides organochlorés existe dans les sols des bananeraies, et dans le milieu aquatique avoisinant. Mais les données disponibles sont loin de permettre de répondre à toutes les questions soulevées par cette pollution et en particulier sa signification écologique. Cette enquête d'approche devrait pouvoir servir de point de départ pour d'autres recherches portant principalement sur l'impact des résidus observés sur les biocénoses aquatiques et terrestres, complétées par une étude de comportement de ces résidus dans l'environnement (dégradation, accumulation, répartition dans le milieu...).

Mais les insecticides organochlorés ne sont pas les seuls produits utilisés dans cette zone et susceptibles de répercussions sur l'environnement. Il serait bon également de se pencher sur d'autres produits, comme un nématicide, le phénamiphos qui peut présenter des risques vu sa toxicité élevée pour les arthropodes et les vertébrés.

Réaliser ce genre d'étude serait montrer qu'on se préoccupe enfin sérieusement des conséquences de l'emploi de pesticides en

Bananeraies et leurs répercussions sur la santé humaine (problème de la bilharziose), sur l'agriculture (qualité des cultures tropicales, possibilités de cultures de remplacement) et sur le potentiel économique de la Guadeloupe.

BIBLIOGRAPHIE

- ARNOUX J., BRUNEL E., HASCOET M., MISSONNIER J. et coll., 1974 — Essais réalisés de 1969 à 1972 contre la mouche de la carotte (*Psila rosae* F.A.B.) à l'aide de nouveaux insecticides utilisés en traitement des sols : efficacité et étude des résidus. *Phytiatr.-Phytopharm.*, 23, 3-28.
- CANTON J.H., GREVE P.A., SLOOF W., VAN ESCH G.J., 1975 — Toxicity, accumulation and elimination studies of α -hexachlorocyclohexane (α -HCH) with freshwater organisms of different trophic levels. *Water Research*, 9, 1163-1169.
- EISLER R., 1970 — Latent effect of insecticide intoxication to marine molluscs. *Hydrobiologia*, 36, 3-4, 345-352.
- GAABOUB I.A., ABALES I.M., EL-KHODARY A.S., 1974 — The effectiveness of certain mosquito larvicides in comparison with the much-used molluscicide, niclosamine, against the schistosome-bearing snail, *Biomphalaria alexandrina*, in the surroundings of Alexandria Egypt. *Alex. J. Agric. Res.*, 22, 2, 257-263.
- GRAY P.H.H., 1954 — Effects of benzenhexachloride on soil microorganisms. *Can. J. Bot.*, 32, 1-15.
- LUDEMANN D., NEUMANN H., 1962 — Anz. Schädligskde 35,5. Cité dans « Lindane, monographie d'un insecticide ». E. ULMANN, 1972, Verlag K. SCHILLINGER (Freiburg im Breisgau).
- MARTIN H., 1971 — Pesticide Manual. 2nd. ed. British Crop Protection Council.
- MARTIN J.P., HARDING A.B., CANNELL G.H., ANDERSON L.D., 1959 — Influence of five annual field applications of organic insecticides on soil biological and physical properties. *Soil Sci.*, 87, 334-338.
- THOMPSON A.R. et EDWARDS C.A. (1974) — Effects of pesticides on nontarget invertebrates in freshwater and soil in « Pesticide in Soil and water ». WID. GUENZI éd. Soil. Sci. Soc. Amer. Inc. Publisher. Madison - Wis. USA.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier MM. DELATTRE P. et BART J. de la Station de Zoologie du CRAAG sans qui ce travail n'aurait pas été possible.

INRA, Laboratoire de Phytopharmacie, route de Saint-Cyr, 78000 Versailles.

Note présentée le 19 octobre 1977.