

## Toxicité du macérât de *Carica papaya* L. contre *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae)

Annick TAHIRI\*

UFR Biosciences, Laboratoire d'Endocrinologie et de Biologie, Université de Cocody, 22 BP 582, Abidjan, Côte d'Ivoire

\* Correspondance, courriel : [tayaman2@yahoo.fr](mailto:tayaman2@yahoo.fr)

### Résumé

Par des tests biologiques, cette étude a examiné, au laboratoire, les effets du macérât de graines de *C. papaya* sur la toxicité, la survie, l'alimentation et la tâche de construction de galeries des ouvriers du termite souterrain Formosan, *Coptotermes formosanus*. Dans les bio-essais, le macérât non fermenté de graines et celui fermenté de 1 et 7 jours ont réduit de façon significative la survie des termites, par rapport aux témoins. 50% de la mortalité de la population est obtenue 5 à 6 jours après l'acquisition de la dose de macérât par voie cutanée comme orale. Dans les tests d'excavation avec le macérât non fermenté de graines, à la concentration de 15 et 18% d'humidité du sol barrière, la survie, la mobilité de la population, la construction de galeries et la consommation alimentaire a considérablement été réduites par rapport aux témoins. Le macérât de graines de *C. papaya* pourrait être efficace en tant que barrière dans la prévention et dans le contrôle des infestations par des termites souterrains dans les systèmes culturaux.

**Mots-clés :** *termite souterrain, coptotermes, carica papaya, toxicité, barrière du sol.*

### Abstract

#### Toxicity of the macerate of *Carica papaya* L. Against *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae)

This study investigated in lab the effects of the macerate of *C. papaya* seed on toxicity, survivorship, feeding and tunneling behaviour on workers of the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus*. The bioassays showed that *C. papaya* seed macerate no fermented and fermented at 1 and 7 days, have significantly reduced the survival of termites, compared with controls. 50% of the population mortality is obtained 5-6 days after the acquisition of the dermal as oral macerate dose. In excavation choice assays, at 15 and 18% sand-moisture of no fermented seed, survivorship, mobility of termite population, tunnel area and food consumption had significantly reduced, compared with the control. *C. papaya* seeds macerate could be effective like at providing a barrier to prevention control of termite subterranean infestation in agronomy cropping systems.

**Keywords :** *subterranean termite, coptotermes, carica papaya, toxicity, soil barrier.*

## 1. Introduction

La recherche et le développement sont essentiellement focalisés sur les matières actives insecticides pour la lutte contre les insectes déprédateurs. Les termites ont acquis le statut de ravageur majeur dans les agrosystèmes tropicaux [1]. Le traitement du sol par des termiticides est la technique classique de lutte contre les termites ravageurs, sans réel succès et avec des effets secondaires pervers (toxicité pour les mammifères, résistance des ravageurs aux insecticides et risques écologiques) [2]. Avec les restrictions imposées à l'utilisation des insecticides classiques, le besoin croissant de trouver des méthodes alternatives fiables et respectueuses de l'environnement pour une meilleure gestion des systèmes agronomiques et des ravageurs s'est imposé. Parmi les stratégies alternatives, l'utilisation des plantes insecticides semble prometteuse. Nous avons testé l'hypothèse selon laquelle le macérât de graines de *Carica papaya* L. (Caricaceae), traditionnellement utilisée par les agriculteurs en Afrique en tant que traitement anti termite, pourrait fournir une barrière efficace aux infestations par les termites souterrains.

L'objectif de cette étude est d'évaluer au laboratoire le potentiel du macérât de graines de *C. papaya*, dans la prévention et dans le contrôle des attaques par les termites, afin de formuler des recommandations appropriées aux agriculteurs. Par des tests biologiques réalisés au laboratoire, nous avons étudié l'efficacité du macérât non fermenté et fermenté de graines de *C. papaya*, sur les ouvriers du termite ravageur souterrain *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera, Rhinotermitidae). Plus précisément, par des tests biologiques par voie cutanée et orale, nous avons déterminé sur les ouvriers de *C. formosanus* :

- L'efficacité du macérât non fermenté et fermenté à 1 et 7 jours ;
- L'acquisition de la dose par voie cutanée et orale sur les termites isolés et en groupe ;
- La voie d'entrée des toxines contenues dans le produit ;
- La concentration active du macérât et la DL50.

Par des tests biologiques d'excavation au choix, après un mois d'exposition continue des ouvriers à un sol humidifié à 15 et 18% avec le macérât non fermenté, nous avons étudié :

- La survie de la population ;
- La consommation alimentaire ;
- La tâche de construction de galeries.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Le termite

La population du termite *Coptotermes formosanus* Shiraki a été recueillie en 2011 en Louisiane, en Géorgie, et maintenue à température ambiante (27°C), dans le laboratoire, en utilisant la méthodologie décrite par [3].

### 2-2. Le macérât

Nous avons utilisé les graines de fruits immatures de *Carica papaya* L. (Caricaceae), cueillit entre Mai et Août 2010 à Abidjan, au sud de la Côte d'Ivoire. Les graines sont séchées à l'ombre durant 10 jours avant d'être conservées dans une boîte en plastique, au frigidaire. Pour obtenir le macérât à 10%, 10 g de poudre de graines immatures séchées sont mises à macérer dans 100 ml d'eau distillée, sous agitateur magnétique, pendant 24 heures et à température ambiante du laboratoire. La solution est ensuite filtrée et le macérât obtenu est conservé dans un flacon propre, au frigidaire. Pour obtenir le macérât fermenté, la

solution est laissée à température ambiante pendant 1 ou 7 jours avant d'être mise au frigidaire. Pour les biotests, une dilution en série du macérât est préparée afin d'obtenir quatre concentrations de 10, 50, 75 et 100 ppm d'ingrédients actifs (graines de papaye).

### 2-3. Les tests biologiques.

Deux tests biologiques sont réalisés selon les protocoles de [4]:

(I) le test biologique par voie cutanée et orale aux quatre concentrations (10, 50, 75 et 100 ppm) de macérât non fermenté et fermenté, sur une période de 1, 8 et 14 jours. En utilisant un micro-applicateur, dix termites sont traités en plaçant 0,150 microlitres du macérât approprié, aux quatre concentrations citées, sur le pronotum ou sur les pièces buccales de chaque termite. Les termites traités dans les essais par voie cutanée et orale sont placés en groupe dans des boîtes de Pétri, ou, individuellement pour les tests isolés, dans les puits d'une plaque standard de 96 puits de culture tissulaire. Les témoins sont traités par voie cutanée et orale avec de l'eau distillée. Les boîtes de Pétri et les puits de culture de tissus sont maintenus à température ambiante. Six répétitions sont effectuées pour chaque concentration de macérât fermenté et non fermenté testées, ainsi que pour les témoins. Le taux de mortalité est calculé tous les jours pendant 14 à 17 jours et les termites morts sont retirés des boîtes de Pétri ou des puits de culture de tissus. La DL50 basée sur la mortalité obtenue après 24 heures est calculée.

(II) Le test d'excavation au choix avec un sol humidifié à 15 et 18% avec le macérât non fermenté (solution à 100 ppm). Ce test est une simulation plus réaliste de l'efficacité du macérât en milieu naturel. Neuf boîtes (chambres) en matière plastique (5 cm de diamètre, 3,5 cm de hauteur), fermées par des couvercles, sont utilisées par arène : une chambre d'introduction contenant de la vermiculite mélangée à du sable (ratio 14:12), quatre chambres substrats contenant du sable et quatre chambres alimentaires contenant chacune 2 morceaux de bois de Pin de 2 cm de côté. Les chambres sont reliées entre elles et à la chambre d'introduction située au centre de l'arène, par des tubes Tygon (0,2 cm de diamètre, 7 cm de longueur). Dans chaque essai, seule une chambre substrat est traitée par arène comme sol de barrière pour empêcher les termites d'atteindre la source de nourriture (50 g de sable humidifié avec 7,5 ou 9 ml du macérât non fermenté). Les autres chambres substrats non traitées contiennent 50 g de sable humidifié avec 7,5 ou 9 ml d'eau distillée.

Dans les arènes témoins, seules les chambres substrats non traitées sont utilisées. 300 petits ouvriers issus d'une même colonie sont pesés avant d'être introduits dans l'arène par la chambre d'introduction. Ils resteront isolés pendant 24 heures dans cette chambre (tubes de raccordement clampés) afin de s'acclimater, avant de pouvoir circuler librement dans toutes les chambres de l'arène. L'arène est maintenue dans une salle à 27°C. Six répétitions avec 300 termites sont réalisées pour chaque essai avec le macérât et pour chaque témoin correspondant. Après un mois d'exposition continue au macérât, les ouvriers survivants sont comptés dans toutes les chambres de l'arène et leur poids total calculé. La tâche de construction de galeries et la consommation alimentaire des ouvriers sont comparées entre les traitées et les non traitées.

### 2-4. Analyse des données

Pour les analyses statistiques, nous n'avons pris en compte que les essais ayant 100% de survie chez les témoins. La mortalité cumulée (pourcentage moyen et écart-type) a été calculée pour chaque traitement. Les comparaisons statistiques entre les mortalités moyennes ont été faites en utilisant l'analyse de la variance au seuil de 5% (ANOVA, SPSS). L'analyse Probit SAS a été utilisée pour calculer les valeurs des DL50 après traitement par voie cutanée et orale.

### 3. Résultats

#### 3-1. Bio-test sur termite isolé

A 8 et 14 jours, la mortalité des ouvriers traités isolément avec le macérât non fermenté comme fermenté, par voie orale et cutanée, est supérieure à celle obtenue chez les témoins (*Tableau 1*). Quelque soit l'augmentation de la concentration du macérât de 50 à 100 ppm, la mortalité obtenue ne varie pas de façon significative ( $p > 0,05$ ) (*Tableau 1*).

Les 2 traitements par voie orale et cutanée nécessitent 5 à 6 jours pour produire 50% de la mortalité des ouvriers, aux concentrations respectives de 50, 75 et 100 ppm de macérât. Ce temps est encore plus lent à la concentration de 10 ppm, où 50% de la mortalité est atteint seulement après 9 à 10 jours de traitement. La mortalité totale des ouvriers traités isolément est obtenue à environ 8 jours, respectivement à la concentration de 50, 75 et 100 ppm du macérât non fermenté et fermenté. Cependant, à 10 ppm, la mortalité totale n'est toujours pas obtenue après 14 jours de traitement.

#### 3-2. Bio-test sur termite en groupe

A 8 et 14 jours, la mortalité des ouvriers traités en groupe avec le macérât, par voie orale et cutanée, est également supérieure à celle obtenue chez les témoins, quelle que soit la concentration du macérât, non fermenté comme fermenté (*Tableau 1*).

Avec le macérât fermenté à 7 jours, la mortalité des termites en groupe est significativement supérieure après 1 jour seulement de traitement ( $p < 0,05$ ).

A l'instar des ouvriers traités isolément, la mortalité des termites traités en groupe n'ai pas différente entre la concentration de 50, 75 et 100 ppm ( $p > 0,05$ ). 5 à 6 jours sont également nécessaire pour produire 50% de la mortalité des ouvriers, aux concentrations respectives de 50, 75 et 100 ppm de macérât. A la concentration de 10 ppm, 50% de la mortalité est atteinte seulement après 13 jours de traitement.

La mortalité totale des ouvriers traités en groupe est obtenue à 13 et 14 jours, à la concentration de 50, 75 et 100 ppm de macérât non fermenté et fermenté. À la concentration de 10 ppm, la mortalité totale n'est pas obtenue après 14 jours de traitement (*Tableau 1*).

#### 3-3. Test d'excavation à choix

Dans les arènes essais, après un mois d'exposition continue des 300 ouvriers à un sol humidifié à 15 et 18% au macérât non fermenté à 100 ppm, la mortalité est supérieure à celle obtenue chez les témoins ( $p < 0,05$ ). L'augmentation du taux de macérât dans le sol n'a pas eu d'influence significative sur la mortalité ( $p > 0,05$ ). Après 1 mois d'exposition, la mortalité totale n'a pas été obtenue dans les arènes essais (*Tableau 2*) et les ouvriers survivants se concentrent dans 2 chambres substrat non traitées sur 4. Comme les chambres substrat non traitées, les chambres substrat traitées au macérât présentent aussi des constructions de tunnels et de galeries, mais les chambres traitées en ont moins.

Lorsque le termite à la possibilité de choisir sa nourriture, les morceaux de bois en face des chambres substrat traitées ne sont pas consommés et l'accès à ses chambres traitées peut être obstrué par des bouchons de sable à l'intérieur des tubes de raccordement. Seuls les morceaux de bois en face des chambres substrat non traitées sont consommés. La recherche de nourriture dans les arènes traitées se limite à seulement 1 chambre alimentaire visitée par les termites sur 4 et cette chambre peut contenir des termites morts. Dans les arènes témoins, après 1 mois, les termites se répartissent à la fois dans les 4 chambres substrat ainsi que dans les 4 chambres alimentaire pour la recherche de nourriture.

**Tableau 1 : Mortalité des ouvriers de *Coptotermes formosanus* après traitement cutané et oral (isolé et en groupe) avec différentes concentrations de macérât de graines de *C. papaya***

Jour	Concentration macérât (ppm)	Mortalité moyenne (% ± ES)			
		Voie cutanée Isolé	Voie cutanée Groupe	Voie orale Isolé	Voie orale Groupe
1	0	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A
	10	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A
	50	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A
	50 fermenté à 1j	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A
	50 fermenté à 7j	0,16 ± 3,72 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A
	75	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A
	100	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A
	100 fermenté à 1j	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A
	100 fermenté à 7j	3,33 ± 4,70 AB	8,33 ± 6,87 B	3,33 ± 4,70 AB	8,33 ± 6,87 B
	8	0	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A
10		48,33 ± 28,52 D	25,00 ± 5 C	51,66 ± 16,74 D	28,33 ± 14,62 C
50		100 ± 0 E	56,66 ± 7,45 D	85,00 ± 16,07 DE	C
50 fermenté à 1j		100 ± 0 E	68,33 ± 10,67 D	100 ± 0 E	61,66 ± 6,82 D
50 fermenté à 7j		100 ± 0 E	68,33 ± 16,14 D	100 ± 0 E	61,66 ± 13,43 D
75		95,00 ± 7,63 E	63,33 ± 19,90 D	90,00 ± 10,00 E	D
100		100 ± 0 E	D	100 ± 0 E	63,33 ± 12,47 D
100 fermenté à 1j		100 ± 0 E	73,33 ± 24,26 D	100 ± 0 E	63,33 ± 17,95 D
100 fermenté à 7j		100 ± 0 E	70,00 ± 27,08 D	100 ± 0 E	D
			73,33 ± 24,26 D		68,33 ± 17,70 D
14	0	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A	0 ± 0 A
	10	76,66 ± 13,74 D	60,00 ± 5,77 D	73,33 ± 13,74 D	61,66 ± 12,13 D
	50	100 ± 0 E	100 ± 0 E	100 ± 0 E	100 ± 0 E
	50 fermenté à 1j	100 ± 0 E	100 ± 0 E	100 ± 0 E	100 ± 0 E
	50 fermenté à 7j	100 ± 0 E	100 ± 0 E	100 ± 0 E	100 ± 0 E
	75	100 ± 0 E	100 ± 0 E	100 ± 0 E	100 ± 0 E
	100	100 ± 0 E	100 ± 0 E	100 ± 0 E	100 ± 0 E
	100 fermenté à 1j	100 ± 0 E	100 ± 0 E	100 ± 0 E	100 ± 0 E
	100 fermenté à 7j	100 ± 0 E	100 ± 0 E	100 ± 0 E	100 ± 0 E
					100 ± 0 E

Les valeurs suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (ANOVA, SPSS). Moyenne de 6 répétitions ± écart-type (N=60)

**Tableau 2 :** Mortalité des ouvriers de *Coptotermes formosanus* après 1 mois d'exposition à un sol humidifié avec le macérât de graine de *Carica papaya* à 10 % (test d'excavation au choix)

% humidité du sol	Mortalité moyenne $\pm$ ES (%)
15% macérât	39,44 $\pm$ 8,00 B
18% macérât	31,55 $\pm$ 7,95 B
18% eau (Témoïn)	7,00 $\pm$ 2,44 A

Les valeurs suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (ANOVA, SPSS). Moyenne de 6 répétitions  $\pm$  écart type (N = 1800).

### 3-4. Dose létale (DL50)

Les DL50 calculées à 24h des traitements par voie cutanée et orale sur les termites isolés (entre 1,499 et 1,570  $\mu$ g / termite), sont inférieures à celles des termites traités en groupe (entre 4,903 et 5,360  $\mu$ g / termites) ( $p < 0,05$ ) (**Tableau 3**). L'humidité du sol à 18% correspond à 19 litres de solution de macérât pour 1 hectare. Les graines d'environ 190 fruits immatures sont nécessaires pour obtenir 19 litres de macérât.

**Tableau 3 :** Dose létale 50 (DL50) du macérât de graines de *Carica papaya* non fermenté à 10 % après traitement cutané et oral (isolé et en groupe) sur les ouvriers de *Coptotermes formosanus*

Traitement	DL50 à 24 heures ( $\mu$ g/termite)
Cutané isolé	1,570 $\pm$ 0,009 A
Cutané groupe	5,360 $\pm$ 0,166 B
Oral isolé	1,499 $\pm$ 0,026 A
Oral groupe	4,903 $\pm$ 0,02 B

La DL50 calculée par l'analyse Probit est basée sur la mortalité obtenue après 24 heures. Dans chaque traitement 60 termites sont testés avec 4 concentrations différentes du macérât (N=240). Les valeurs suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (ANOVA, SPSS).

## 4. Discussion

Peu de travaux utilisant les extraits de *Carica papaya* contre les termites déprédateurs existent. De cette étude, quelle que soit la voie d'acquisition du macérât de graines de *C. papaya*, par voie cutanée comme orale, il est toxique sur les ouvriers du termite souterrain *C. formosanus*, traité isolément comme en groupe. Ce résultat confirme les études antérieures de [5] impliquant la toxicité de l'extrait aqueux de fruits immatures de papaye sur *C. formosanus* ; celles de [6] montrant la toxicité des extraits alcoolique, hexanique et aqueux des graines et des feuilles du *C. papaya* sur le termite champignoniste *Macrotermes bellicosus*; celles également de [7] montrant l'efficacité de l'extrait aqueux de *C. papaya* dans la protection

du bois *Alstonia boonei* contre les attaques de termites. L'efficacité biologique du macérât semble évidente mais elle n'est pas immédiate après le traitement, sauf avec le macérât fermenté à 7 jours. Ce résultat est similaire à celui obtenu par d'autres auteurs qui ont exposés *Coptotermes* au *Jatropha curcas*, au vétiver et à l'huile de nootkatone [8, 9 et 10]. Ces auteurs expliquent cette lente action par une concentration en toxines végétales insuffisante et par une pénétration du produit à travers la cuticule ou la bouche du termite, également insuffisante. Dans notre étude, les concentrations actives du macérât fermenté et non fermenté utilisées sont comprises entre 50 et 100 ppm. L'acquisition de la dose par voie cutanée et orale chez *C. formosanus*, traité isolément comme en groupe, est lente car nécessite 5 à 6 jours pour produire 50% de la mortalité de la population. Ce résultat confirme celui obtenu sur l'efficacité biologique. En règle générale, la sensibilité et les réponses des insectes exposés à un même insecticide peuvent être très variables selon les insectes [11].

Nos résultats corroborent des études antérieures qui montrent que *C. formosanus* semble moins affecté que les autres espèces de termites par des traitements insecticides naturels. [12] obtiennent des taux limités de mortalité des ouvriers chez *C. formosanus* exposés par contact à l'Azadirachtine à 100 ppm. Des paillis de neem ont été moins efficaces sur les ouvriers chez *C. formosanus* [13]. [6] obtient en 2 jours 50% de la mortalité du termite *M. bellicosus* après contact avec l'extrait aqueux de graines de *C. papaya* à 100 ppm contre 5 à 6 jours avec *C. formosanus*. L'efficacité du macérât implique un autre facteur qui est le point d'entrée de la toxine. En règle générale, l'acquisition par voie cutanée est supposée être la principale voie d'entrée de la plupart des termiticides [14;15]. Nos résultats obtenus avec le macérât de *C. papaya* ne confirment pas cela. Nos résultats indiquent que la toxicité du macérât ne semble pas être différente selon la voie d'entrée, orale ou cutanée des toxines, chez le termite isolé comme en groupe. Ce résultat suggère que l'activité de toilette n'a pas eu d'effet additif sur l'acquisition du produit par la cuticule ou par la bouche du termite. Nous observons également qu'après 8 jours de traitement, les termites traités en groupe ont de plus faible taux de mortalité et la mortalité totale est obtenue quelques jours après celle des termites traités isolément. Ce résultat suggère qu'en décision collective, les termites semblent être plus tolérants au produit après 8 jours de traitement.

Bien que le macérât soit un extrait total aqueux, les valeurs de la DL50 à 24h sont faibles et comparables à celles obtenues avec des extraits naturels volatils tels que l'alcool de patchouli, en application topique sur la même espèce [16]. Les valeurs de la DL50 confirment également que le macérât est environ 3 fois moins toxique sur les termites traités en groupe. Ce résultat suggère qu'en décision collective, la résistance de la plante aux termites et les mécanismes de détoxication des toxines végétales par *Coptotermes* pourraient être invoqués à long terme. [18] ont montré sur le terrain qu'après 3 mois d'exposition aux attaques de termites, le bois de *C. papaya* est moyennement résistant. La complexité chimique du macérât n'a pas été étudié ici mais les composants individuels du *C. papaya* ont été décrits dans des études précédentes. *C. papaya* contient de nombreux composés volatils aromatiques et des composés phénoliques biologiquement actifs. Le linalool, l'isothiocyanate de benzyle et le D-glucosides ont été décrits comme principaux constituants aromatiques par [19]. Les flavonoïdes et les composés coumariniques ont été cités comme composés phénoliques majeurs [20]. *C. papaya* est l'un des rares exemples de plantes à contenir à la fois des glucosinolates et des glucosides cyanogènes. Des composés bioactifs tels que l'isothiocyanate de benzyle (BITC) et des cyanides toxiques ont été détectés dans l'extrait aqueux de graines [21]. Des aglycones rares tels que les terpénoïdes et les alcaloïdes, particulièrement la carpaine, ont été isolés [22]. [23] ont montré que les protéines isolées du *C. papaya* sont des groupes très hydrophiles à capacité d'absorption d'eau élevée.

La composition chimique du *C. papaya* justifie l'effet toxique du macérât sur le termite *Coptotermes*. En effet, les alcaloïdes, les polyphénols, les terpénoïdes et certaines huiles essentielles de plantes odoriférantes sont toxiques pour les insectes en général et pour le termite en particulier [8, 16, 24, 25, 26, 27]. Nos résultats obtenus avec les tests d'excavations montrent qu'en décision collective, l'efficacité du macérât comme sol barrière ne peut pas éradiquer la population de *C. formosanus*. Nos résultats corroborent ceux obtenus par d'autres auteurs sur le termite *Coptotermes* qui montrent que des composés dérivés du *J. cursas*, le neem et l'isobornéol testés comme sol barrière n'ont pas entraîné la mortalité totale chez *Coptotermes* [10, 17]. [4] précise qu'aucun test sol barrière avec des termiticides chimiques utilisés à la concentration de 50-60 ppm fournissent une mortalité de 100% après 21 jours de test biologique.

La présence de tunnels dans les sols traités, même en quantité faible, indique que la concentration de 18% de macérât utilisé dans cette expérimentation n'empêche pas le termite *Coptotermes* d'entrer en contact avec le produit. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par d'autres auteurs qui montrent que l'extrait aqueux de *C. papaya* à 10% n'est pas répulsif sur *M. bellicosus* [6]. D'autres insecticides botaniques comme les paillis de neem, le patchouli et l'huile de *J. cursas* également testé comme sol barrière ne sont pas non plus répulsif sur *Coptotermes* [10, 13, 16]. [4] précise que la répulsion ou non d'un produit est fonction de sa concentration. [10] montre qu'un sol traité à 10 % d'huile de *J. cursas* stop la tâche de construction de tunnels par *Coptotermes*. Bien que le termite soit capable de pénétrer le sol traité, la nourriture en face du sol traité n'est pas consommée et la consommation dans les chambres voisines non traitées est inférieure à celle des témoins. Ce résultat est similaire à ceux obtenus par d'autres auteurs avec plusieurs insecticides botaniques testés contre *Coptotermes*. [9, 16, 17]. Notre résultat suggère que la présence du macérât affecte la tâche de la recherche de nourriture par les ouvriers, celle de la circulation des termites et l'activité de construction de tunnels et de galeries.

## 5. Conclusion

Les résultats obtenus vérifient l'hypothèse de travail. Le Macérât de graines de *C. papaya* peut être efficace comme barrière de protection contre les infestations préventives et déclarées par des termites souterrains dans les systèmes culturaux. Par mesure de précaution, le traitement du sol autour d'une culture empêcherait la plante d'être attaquée et consommée par les termites, réduirait la mobilité de la population de termites et la construction des galeries sur la parcelle. Le termite peut venir au contact du produit ce qui est un point avantageux dans la lutte contre les termites souterrains tel que *Coptotermes sp.* très mobil et vivant à l'intérieur d'un réseau diffus de tunnels sans nid central fixe. En revanche, sur cette espèce de termite, le macérât ne produit pas suffisamment de mortalité et l'acquisition des toxines par voie cutanée et par voie orale est lente. Toutefois, le macérât fermenté à 7 jours semble montré une plus grande toxicité sur le termite. Nos résultats suggèrent que pour obtenir de meilleurs résultats contre *C. formosanus* en milieu de culture, plusieurs traitements avec le macérât seront nécessaires avec des concentrations supérieures à celles utilisées en laboratoire.

Compte tenu de la simplicité et du faible coût de la préparation du macérât, totalement naturel, cet insecticide botanique pourrait être très prometteur pour les agriculteurs. Cette étude ouvre aussi d'autres possibilités pour la recherche dans le cadre des études de terrain.



## Références

- [1] - J. W. M. LOGAN, R. H. COWIE, T. G. WOOD, *Bull. Ent. Res.*, 80 (1990) 309-330.
- [2] - N. Y. SU and R. H. SCHEFFRAHN, *Integrated Pest Manage. Rev*, 3 (1998) 1-13.
- [3] - B. T. FORSCHLER and M. L. TOWNSEND, *J. Econ. Entomol.* 89 (1996) 678-681
- [4] - B.T. FORSCHLER, In "Pesticides in household, structural and residential pest management." *ACS Symposium Series Vol. 1015. American Chemical Society, Washington, DC. Chapter 5* (2009) 53–74.
- [5] - S. YAGA, *Mokuzai Gakkaishi*. 19 (1973) 349-350.
- [6] - A. TAHIRI, M. ASSI, A. AMISSA, *Cah. Agric*, 19 (2010) 267-72.
- [7] - A. ASAMOAH, A. ATTA-BOATENG, K. FRIMPONG-MENSAH, C. ANTWI-BOASIAKO, *African Journal of Environmental Science and Technology (AJEST)*, 5 (2011) 131-135.
- [8] - L. MAISTRELLO, G. HENDERSON, R. A. LAINE, *J. Econ. Entomol.* 94 (2001) 1532-1537.
- [9] - B. C. R. ZHU, G. HENDERSON, F. CHEN, L. MAISTRELLO, R. A. LAINE, *J. Chem. Ecol*, 27 (2001) 523-531.
- [10] - M. N. ACDA, *J. of Insect Science*, 9 (2008). 64
- [11] - C. REGNAULT-ROGER, *Integrated Pest Manage. Rev*, 2 (1997) 25-34.
- [12] - J. K. GRACE and J. R. YATES, *Trop. Pest. Manag.*, 38 (1992) 176-180.
- [13] - K. M. DELATE and J. K. GRACE, *J. Appl. Ent.*, 119 (1995) 93-95
- [14] - S. A. IBRAHIM, G. HENDERSON, H. FEI, *J. Econ. Entomol*, 96 (2003) 461–467.
- [15] - X. P. HU, *J. Econ. Entomol*, 98 (2005) 509-517.
- [16] - B. C. R. ZHU, G. HENDERSON, Y. YU, R. A. LANE, *J. Agric. Food Chem*, 51 (2003a) 4585-4588.
- [17] - V. U. BLÄSKE and H. HERTEL, *J. Econ. Entomol*, 90 (2001) 320-325.
- [18] - E. O. OWUSU, K. S. AKUTSE, K. AFREH-NUAMAH, *African Journal of Science and Technology (AJST), Science and Engineering Series* 9 (2008) 82 – 89
- [19] - R. A. FLATH and R. R. FORREY, *J. Agric. Food Chem*, 25 (1) (1977) 103-109.
- [20] - A. CANINI, D. ALESIANI, G. D'ARCANGELO, P. TAGLIATESTA, *J. of Food Composition and Analysis*, 20 (2007). 584-590.
- [21] - R. N. BENNETT, G. KIDDLE, R.M. WALLSGROVE, *Phytochemistry*, 45 (1997) 59-66.
- [22] - V. U. KHUZHAEV and S. F. ARIPOVA, *Chemistry of Natural Compounds*. 36 (2000) 418.
- [23] - E. K. MARFO, O. L. OKE, O. A. AFOLABI, *Food Chemistry*. 22 (1986) 267-277.
- [24] - M. L. CORNELIUS, J. K. GRACE, J.R. YATES, *J. Econ. Entomol*, 90 (1977) 320-325.
- [25] - B. C. R. ZHU, G. HENDERSON, F. CHEN, H. X. FEI, *J. Chem. Ecol*, 27 (2003b) 1617-1625.
- [26] - K. R. CHAUCHAN and A. K. RAINA, *Biopestic. Int*, 2 (2006) 137-143
- [27] - A. RAINA, J. BLAND, M. DOOLITTLE, A. LAX, R. BOOPATHY, M. FOLKINS, *J. Econ. Entomol*, 100 (2007) 880 - 885.