

**AFPP-COLLOQUE MÉDITERRANÉEN SUR LES RAVAGEURS DES PALMIERS  
NICE - 16,17 ET 18 JANVIER 2013**

**AMELIORATION DE LA TECHNIQUE DE PIEGEAGE ET ESSAIS DE LUTTE CHIMIQUE  
CONTRE LE CHARANÇON ROUGE DU PALMIER A TANGER- MAROC**

A. BOUTALEB JOUTEI<sup>(1)</sup>, M. CHOUIBANI<sup>(2)</sup>, Y. KHALKI Y<sup>(1)</sup>, M.A.RAHEL<sup>(2)</sup>, N. BOUABID<sup>(2)</sup>

(1) Unité de Zoologie Agricole, Département de Protection des Plantes et de l'Environnement, Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès, km. 10, Route Haj Kaddour, B.P. S/40, Meknès, 50001, Maroc, [Boutaleb10@yahoo.fr](mailto:Boutaleb10@yahoo.fr)

(2) Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires, Avenue Hadj Ahmed Cherkaoui, Agdal - Rabat - Maroc, [mekki.chouibani9@gmail.com](mailto:mekki.chouibani9@gmail.com)

## **RÉSUMÉ**

Le premier foyer du Charançon Rouge du Palmier (CRP) au Maroc a été détecté en décembre 2008 sur deux palmiers de *Phoenix canariensis* âgées de 80 ans et situés à 500m environ du port de Tanger. En matière de piégeage de masse, la stratégie de lutte intégrée adoptée par l'Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires (ONSSA) de Tanger a permis de réduire le taux de captures d'environ 85% entre 2009 et 2010. Des essais d'amélioration des pièges utilisés par l'ONSSA ont montré que les charançons sont capturés au maximum par des pièges de couleur blanche ou bleue, munis de quatre ouvertures latérales et contenant la phéromone « RHYLURE LAT-400 » ou phéromone « FERROLURE 400mg » ainsi que des dattes comme matériel végétal. La comparaison de la DL50 de trois produits chimiques testés révèle que, le produit à base d'Imidaclopride est le plus efficace contre les adultes du CRP.

Mots-clés : Charançon rouge du Palmier, *Phoenix canariensis*, Maroc, piégeage, Imidaclopride.

## **SUMMARY**

### **IMPROVEMENT OF THE TRAPPING TECHNIQUES AND TRIES OF CHEMICAL CONTROL AGAINST THE RED PALM WEEVIL IN TANGIER MOROCCO**

The first home of the Red Palm Weevil (RPW) in Morocco was detected in December 2008 on two palms of *Phoenix canariensis* 80-year-old and located in 500 m about by the harbour of Tangier. In mass trapping, the strategy of Integrated Pest management adopted by the National Service of Health Security of the Food Products (ONSSA) of Tangier allowed to reduce the captures rates about 85 % between 2009 and 2010. Tries of improvement of traps used by ONSSA showed that weevils are captured at the maximum by traps of white or blue colour, in four openings lateral and containing the pheromone " RHYLURE lat 400 " or pheromone « FERROLURE 400mg » and dates as the plant equipment. The comparison of LD50 of three tested chemicals products reveals that, the product based on Imidaclopride is the most efficient against the adults of the RPW.

Keys words: Red Palm Weevil, *Phoenix canariensis*, Morocco, trapping, Imidaclopride.

## INTRODUCTION

Au Maroc, la culture du palmier dattier constitue l'une des principales activités agricoles au niveau des zones sahariennes et présahariennes. Cette culture située dans des conditions d'aridité sévères et défavorables, crée un microclimat indispensable au bon développement des cultures sous jacentes allant jusqu'à trois étages de végétation (les cultures saisonnières annuelles ou pluriannuelles, les arbres fruitiers et le palmier dattier) fournissant ainsi un grand nombre de productions diverses qui sont très utiles aux familles des phoeniciculteurs. Cette culture joue également un rôle socio-économique très important en fournissant une gamme très large de produits très utiles, voire même indispensables à la vie des populations locales (produits et sous produits de la palmeraie et de ses espèces environnantes).

Un autre intérêt non moins important, d'ordre agro-touristique, méritant d'être signalé est le rôle primordial du palmier dattier dans le maintien de l'identité écologique de son environnement (cas de la palmeraie de Marrakech et du tourisme oasien). Les palmiers d'ornement surtout le palmier des Canaries, *Phoenix canariensis* jouent également ce rôle et sont plantés pour embellir les villes et les jardins généralement situés dans les régions nord-atlasiques. Ces palmiers sont devenus un élément familier du paysage méditerranéen et sont essentiellement cultivés pour leurs qualités ornementales.

Cependant, cette culture n'a cessé de se dégrader au Maroc à cause d'une multitude de problèmes d'origine non parasitaire (sécheresses prolongées, phénomène de l'ensablement des palmeraies, etc.) et parasitaire, dont le plus grave est la maladie du Bayoud. Cette maladie causée par une fusariose vasculaire mortelle appelée *Fusarium oxysporum f.sp. albedinis*, est apparue au Maroc avant 1870, dans la vallée de Drâa et a atteint en un siècle l'ensemble des palmeraies marocaines en y détruisant plus de 12 millions de palmiers dattiers (Djerbi., 1993).

En décembre 2008, le Charançon rouge des Palmiers (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera : Dryophthoridae)) a été détecté pour la première fois à Tanger ; cet insecte originaire d'Asie du Sud-Est est considéré comme le ravageur le plus destructeur des palmiers à travers le monde. En effet, ce ravageur redoutable a progressé dans les pays phoenicicoles d'Extrême et du Moyen Orient, d'Afrique et d'Europe. Il s'attaque à plusieurs espèces des palmacées cultivées et ornementales mais le palmier des Canaries: *P.canariensis* L (Arecales: Arecacae) et le palmier dattier: *Phoenix dactylifera* L (Arecales: Arecacae) demeurent les espèces les plus vulnérables.

Dans l'objectif d'éradiquer ce ravageur le plus vite possible et d'empêcher sa prolifération vers les autres régions du Maroc, l'Office National de Sécurité Sanitaire des produits Alimentaires (ONSSA) a adopté une stratégie de lutte intégrée qui découle des procédures de contrôle et de management de cet insecte pratiquées dans d'autres pays.

C'est dans le cadre de l'établissement d'un programme de recherche spécifique en support de cette stratégie de lutte intégrée et du renforcement de la coordination nationale, que des essais ont été réalisés.

L'objectif de notre étude est d'évaluer les réalisations de la stratégie de lutte et contribuer à son amélioration par l'installation d'essais de piégeage de masse et de comparaison de produits chimiques utilisés en lutte contre le Charançon Rouge des Palmiers.

## MATERIEL ET METHODES

Actuellement, la lutte contre le charançon rouge du palmier se déroule au niveau de la Région de Tanger-Tétouan, déclarée en quarantaine pour ce ravageur, dans la zone d'action de l'ONSSA-Tanger/Tétouan. La zone de lutte a été découpée en trois zones : la zone infestée qui est la résultante de l'ensemble des zones d'infestation de 1000m de rayon constituées autour des différents foyers détectés , la zone intermédiaire et la zone de protection.

## 1. ESSAIS DE PIEGEAGE DE MASSE

### 1.1. Outils de piégeage

Les pièges utilisés sont des seaux d'environ 15 litres de volume et 30 cm de hauteur, avec 4 ou 8 ouvertures (2.5x6 cm). Chaque piège contient un sachet de phéromone lié au couvercle avec un fil de fer de 10 cm, 3-4 litres d'eau et 50-60g de matériel végétal constitué de dattes ou de canne à sucre (Figure 1).

Figure 1: Piège du charançon rouge du palmier  
(Trap of Red Palm Weevil)



### 1.2. Organisation du travail

Pour pouvoir parcourir la totalité des pièges installés en un délai d'une semaine, la ville de Tanger a été découpée en sept zones: Centre ville, Souk bkar, Val fleuri, Merchane, Boubana, Souryien-Benimakada et Jbel kbir. Une équipe d'ouvriers est affecté à chaque zone.

Les pièges sont installés uniquement à l'intérieur de la zone infestée, ce choix stratégique a comme objectif de créer une zone de piégeage concentrée permettant d'attirer les adultes et éviter leur dissémination à l'extérieur de cette zone.

Au niveau de la zone infestée, les pièges sont installés au niveau du sol dans les lieux protégés tels que les propriétés privées, les administrations publiques, les institutions privées, les casernes, les clubs sportifs etc. Les pièges situés au niveau du sol attirent des charançons beaucoup plus que ceux situés à 1,7 m de hauteur.(Oehlschlager et *al.*, 1993).

Il faut signaler également que le niveau d'eau ne doit jamais atteindre les ouvertures pour ne pas permettre aux individus capturés d'échapper du piège. Après sa mise en place, le sol doit être arrosé et tassé autour du piège.

### 1.3. Suivre des captures et entretien des pièges

Les relevés des captures sont effectués chaque semaine alors que l'entretien des pièges est réalisé dans un laps de temps qui varie de 7-15 jours selon l'état du piège. Durant chaque visite, les opérateurs enregistrent le nombre de captures, renouvellent l'eau et le matériel végétal et vérifient le sachet de la phéromone, ce dernier peut être remplacé par un nouveau dans un délai qui varie de 15 jours à 1 mois selon le type de phéromone utilisée, le degré de température ambiante et l'exposition du piège aux vents Chergui (vents chauds) qui accélèrent le dessèchement du sachet de la phéromone.

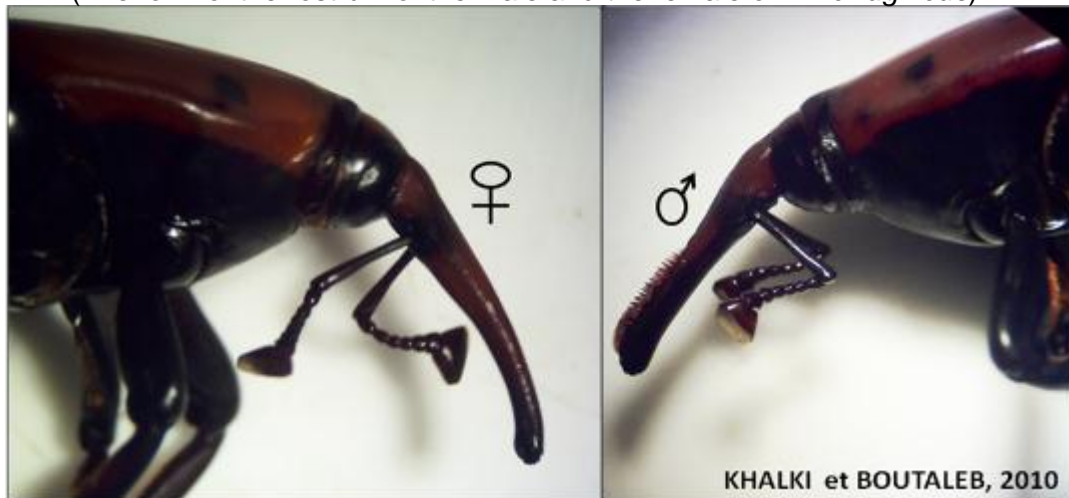
### 1.4. Détermination du sex-ratio

Les individus capturés sont ramenés au laboratoire pour l'examen du sex-ratio. Cet examen a duré 40 jours et a intéressé environ 450 individus.

Le sex-ratio a été déterminé en se basant sur les critères suivants:

- Chez le mâle par la présence de poils au niveau de la partie apicale du rostre.
- Chez la femelle, le rostre est glabre, plus mince, courbé et un peu plus long que chez le mâle (figure 2.).

Figure 2. : La forme du rostre chez le mâle et la femelle de *R.ferrugineus*  
(The form of the rostrum of the male and the female of *R.ferrugineus*)



Pour montrer la présence ou l'absence d'une différence significative entre les deux sexes nous avons procédé à une comparaison de la moyenne par un test T pour échantillons appariés.

### 1.5. Essais d'amélioration de la qualité du piégeage de masse

Dans le but d'atteindre le maximum de captures, cette étude propose une expérience en relation avec deux aspects du piégeage ; un premier aspect lié à l'attractivité chimique du piège représentée par les deux facteurs : phéromone et matériel végétal et un deuxième attaché à l'attractivité physique représentée par les deux facteurs suivants : couleur du piège et position des ouvertures sur le piège.

#### a. Comparaison de différentes combinaisons: matériel végétal + phéromone

L'objectif de cette expérience est de repérer la meilleure combinaison **Phéromone + Kairomone**, permettant d'avoir le maximum de captures.

Les spécialités de phéromone utilisées sont:

- Phéromone1 : FERROLURE 400mg
- Phéromone2 : RHYLURE LAT-400
- Phéromone3 : PHERODIS

Il s'agit de la même phéromone «**ferruginéol** ». Les sachets de phéromone utilisés se différencient au niveau de la composition et l'épaisseur de leurs parois agissant sur la vitesse de diffusion de la phéromone et au niveau de la pureté des composants actifs (Mode de présentation du produit).

Le matériel végétal utilisé est:

- D : les dattes
- CS : la canne à sucre
- D+CS : les dattes + la canne à sucre

**NB** : des pièges ont été utilisés comme témoins sans phéromone (Tph) ou sans matériel végétal (Tk).

L'entretien des pièges échantillonnés se fait par les équipes de piégeage en respectant le contenu de chaque piège.

Le tableau I résume l'ensemble des combinaisons testées au cours de cet essai.

Tableau I: Tableau récapitulatif de l'ensemble des combinaisons (phéromone+ kairomone) testées  
(Summary table of the all combinations (pheromone+kairomone) tested)

Combinaisons	Kairomone	Phéromone
	D	
Ph2		
Ph3		
Tph		
CS		Ph1
		Ph2
		Ph3
		Tph
D+CS		Ph1
		Ph2
		Ph3
		Tph
Tk		Ph1
		Ph2
		Ph3

D; Datte, CS; canne à sucre, D + CS ; Datte + canne à sucre, Tk ; Témoin sans matériel végétal

Ph1 ; FERROLURE 400mg, Ph2 ; RHYLURE LAT-400, Ph3 ; PHERODIS, Tph ; témoin sans phéromone

#### ✓ Méthode d'échantillonnage

Au début de cette expérience, le nombre total des pièges installés à Tanger était de **578** pièges. Vu le nombre élevé de pièges, on a réalisé un échantillonnage stratifié; la stratification nous permet de diviser la population en sous populations ou strates qui sont moins variables que la population d'origine, et d'échantillonner les différentes parties de la population à des taux différents. Cette méthode d'échantillonnage permet un gain de précision par rapport à un sondage probabiliste simple.

Les strates échantillonnées sont représentées par les zones suivantes: Benimakada, Souryine, Boubana, Centre ville, Jbel kbir, Merchane, Souk bkar, et Val fleuri.

Le choix de la taille de l'échantillon au niveau d'une zone donnée est proportionnel au coefficient de pondération ou le poids  $W_k = N_s/N$  attaché à cette strate et elle est déterminée par la formule suivante:

$$N_s = n * (N_s/N)$$

ns: taille de l'échantillon à chaque strate «zone »

n : taille de l'échantillon global

Ns : effectif de la strate

N : taille de la population

La taille de l'échantillon global est de **165** pièges (tableau II).

Tableau II : La répartition des pièges échantillonnés selon les zones  
(The distribution of the sampled traps according to the zones)

Sous-zones	Nombre de pièges installés	Taille de l'échantillon
Benimakada	23	7
Boubana	52	15
Centre ville	44	13
Jbel kbir	236	67
Merchan	119	34
Souk bkar	72	20
Souryine	11	3
Val fleuri	21	6
<b>Total</b>	<b>578</b>	<b>165</b>

✓ **Méthode statistique**

Le dispositif expérimental utilisé est un dispositif complètement aléatoire (DCA) à deux facteurs, c'est-à-dire que les deux facteurs peuvent être étudiés simultanément et l'affectation des différents niveaux aux différentes unités expérimentales « piège » est faite de façon aléatoire.

Modèle mathématique : ANOVA2, model croisé fixe ;

$$Y_{ijk} = m + a_i + b_j + (ab)_{ij} + e_{ijk}$$

Hypothèses à tester :

- $H_0 : a_i = 0$  ; absence de l'effet du mode de présentation de la phéromone.
- $H'_0 : b_j = 0$  ; absence de l'effet du matériel végétal
- $H''_0 : (ab)_{ij} = 0$  ; absence d'interaction

✓ **Collecte des données**

Pour faciliter la collecte des données, les pièges échantillonnés ont été numérotés et à chaque visite le numéro du piège est enregistré avec le niveau de captures correspondant.

**b. Test d'amélioration de la couleur du piège et position des ouvertures**

✓ **La couleur du piège**

L'attractivité par les couleurs a été démontrée chez plusieurs espèces, l'objectif de cet essai est de mettre en évidence la couleur la plus attractive au charançon rouge des palmiers parmi les trois couleurs utilisées depuis le début de l'opération de lutte (Figure 3.):

- C1 : piège de couleur bleu
- C2 : piège transparent avec un couvercle rose
- C3 : piège de couleur blanche

Figure 3. : Les trois couleurs étudiées du piège  
(The three studied colors of the trap)



Le nombre de pièges échantillonnés par couleur est de 15 pièges/couleur c'est-à-dire un total de **45** pièges.

✓ **La position des ouvertures**

Dans l'objectif d'étudier l'effet de la position des ouvertures sur l'amélioration de l'efficacité du piégeage, deux types de pièges ont été utilisés:

- Position 1 : ouvertures sur la paroi et au niveau du couvercle (8 ouvertures)
- Position 2 : ouvertures uniquement sur la paroi (4 ouvertures)

Les pièges sont choisis d'une manière aléatoire. Pour la constitution de notre échantillon, chaque niveau est représenté par 40 pièges, c'est-à-dire que la taille de l'échantillon global est de 80 pièges.

Comme pour la première expérience, les pièges échantillonnés sont numérotés. Chaque semaine, les pièges sont entretenus et le numéro du piège ainsi que le nombre de captures correspondant sont enregistrés.



✓ **Méthode statistique**

Pour les deux essais précédents le dispositif expérimental utilisé est un dispositif complètement aléatoire (DCA) à un seul facteur (couleur du piège, position des ouvertures).  
Model mathématique : ANOVA1

$$Y_{ijk} = m + a_i + e_{ijk}$$

Hypothèses à tester :

- $H_0 : a_i = 0$  ; absence de l'effet du facteur étudié.

## 2. ESSAIS DE LUTTE CHIMIQUE

Le traitement chimique constitue le deuxième axe dans la stratégie de lutte contre le Charançon Rouge du Palmier à Tanger, ce traitement est appliqué uniquement aux palmiers des canaries « *Phoenix canariensis* » sensibles à l'attaque de ce ravageur. Deux types de traitement sont pratiqués à titre :

- préventif dans toute la zone d'intervention et ce, pour éviter l'installation du ravageur sur des palmiers sains. Le traitement est appliqué par mouillage de la partie apicale des arbres, à raison d'une application par mois,
- curatif dans le cas d'une faible infestation des palmiers. L'application du traitement se fait par mouillage, après élagage.

### 2.1. Comparaison de l'efficacité de trois produits chimiques

#### a. Détermination au laboratoire des DL50 des différents produits

Les adultes capturés aux pièges ont été récupérés et ramenés au laboratoire du Service de la Protection des Végétaux-Tanger pour la détermination des DL50 de trois produits chimiques appliqués aux adultes du charançon rouge du palmier. Les trois matières actives étudiées sont:

- **Bifenthrine** : insecticide du groupe chimique pyréthriinoïdes de synthèse, agit sur le système nerveux ; action sur la transmission axonale, mode d'action ; contact et ingestion.
- **Imidaclopride** : insecticide de la famille des dérivées des chloronicotiniles, agit sur le système nerveux : action sur la synapse et les neuromédiateurs, mode d'action : contact, ingestion et systémique.
- **Chlorpyrifos-éthyl** : un organophosphoré qui agit sur le système nerveux; action sur la synapse et les neuromédiateurs (inhibiteur de l'acétylcholine-estérase), mode d'action par contact, ingestion et inhalation.

✓ **Dispositif expérimental**

Au niveau du laboratoire, les individus vivants sont répartis en des petits groupes de 10 individus. Chaque groupe est posé dans des boîtes en plastique avec 3-4 morceaux de canne à sucre constituant ainsi notre unité expérimentale.

Pour cela, les trois produits étudiés (Bifenthrine: 100g/l, Imidaclopride: 200g/l et Chlorpyrifos-éthyl: 480g/l) ont été appliqués à des doses différentes: **Dr**; (**50 cc/hl** la dose actuellement utilisée sur terrain pour les deux premiers produits), **2D**, **D1/2**, **D1/4**, **T** ; le témoin traité avec de l'eau.

Les différentes doses sont appliquées avec trois répétitions et la lecture des résultats est réalisée 24h après l'application du produit. On considère qu'un individu est mort quand il est mis sur son dos (incapable de se relever sur ses pattes).

✓ **Calcul du DL50 et analyse statistique**

Pour la détermination de **DL50**, on a recours au calcul de **la droite de régression pondérée : probit mortalité/ log dose** réalisé à l'aide du logiciel « **EPA probit analysis program** ».

Pour l'analyse statistique, il s'agit d'un modèle hiérarchisé mixte, le facteur « Produit » est un facteur principal, alors que le facteur « Dose » est considéré comme étant un facteur subordonné. Dans ce cas il, est impossible d'étudier l'interaction.

- Hypothèse nulle (1) : absence d'effet du facteur principal.
- Hypothèse nulle (2) : absence d'effet du facteur subordonné.

Puisque l'analyse de la variance n'est pas permise pour des données en pourcentage, on a normalisé les données par la formule:

$$\text{Arc sin } \sqrt{\frac{P'}{100}}$$

\* P' : taux de mortalité observé (= (nombre des morts/nombre total)\*100) ;

Pour comparer les variantes du facteur subordonné, on a eu recours à un test ANOVA1 à l'intérieur de chaque produit.

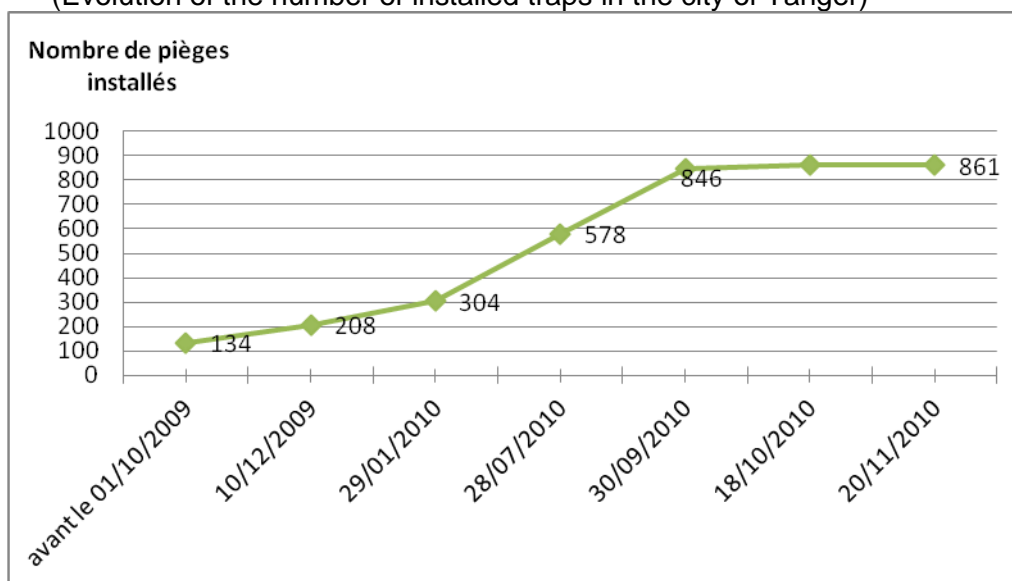
## RESULTATS

### 1. PIEGEAGE DE MASSE

#### 1.1. Nombre de pièges installés

Le nombre de pièges installés à Tanger a atteint **861** à la date du 20 novembre 2010. Ce nombre a augmenté depuis le début de l'opération de lutte. Le graphe suivant montre l'évolution du nombre de pièges installés à Tanger depuis le premier octobre 2009 (Figure4.).

Figure .4 : Evolution du nombre de pièges installés au niveau de la ville de Tanger  
(Evolution of the number of installed traps in the city of Tanger)



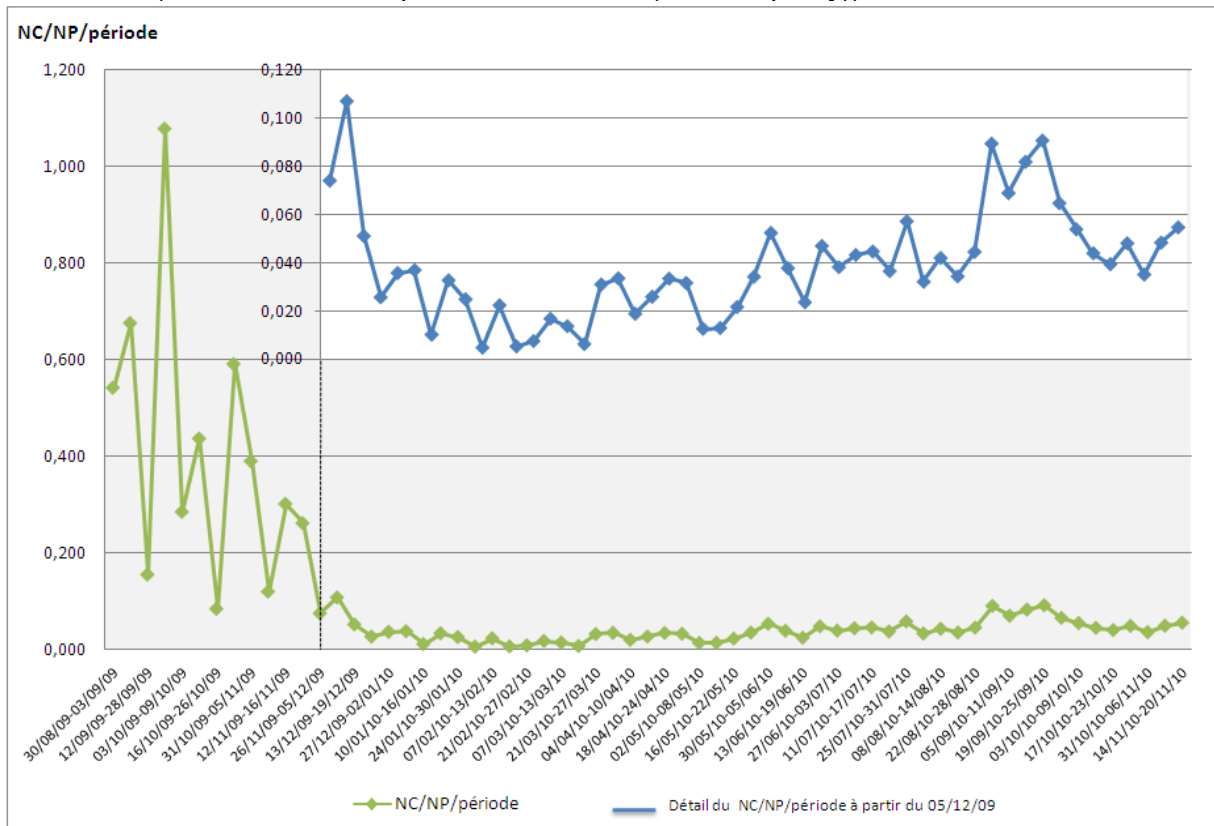
#### 1.2. Evolution des captures aux pièges

Le rapport « nombre de captures/Nombre de pièges/période » (NC/NP/Période) constitue le meilleur critère pour évaluer le taux de capture, et par conséquent, le niveau de la population. La figure 5 représente l'évolution du NC/NP/Période.

Cette figure montre que le rapport NC/NP/Période, appelé « Taux de captures », a nettement baissé en 2010 par rapport à l'année 2009. Le taux le plus élevé a été enregistré pendant la période du 29/09/09 au 02/10/10 avec **1.079 CRP/P/j** alors que le taux le plus faible a été enregistré lors de la première et de la troisième semaine de Février 2010 avec un taux de **0.005 CRP/P/j**.



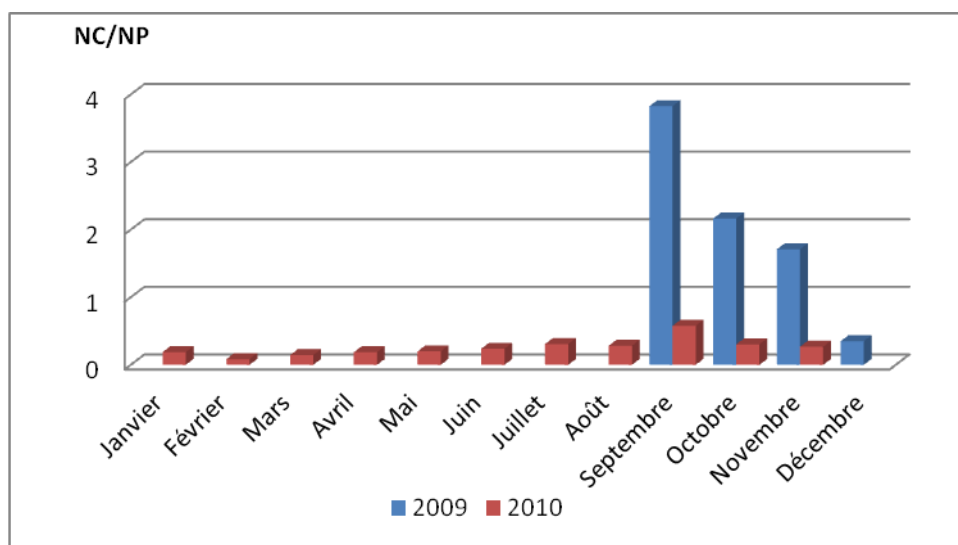
Figure 5. : Evolution du rapport NC/NP/Période (CRP/piège/jour)  
(Evolution of the report NC/NT/Period (RPW/trap/day))



### 1.3. Evolution mensuelle du rapport: NC/NP

Pour mieux illustrer la variation du niveau de population durant toute l'année la figure 6 présente l'évolution du rapport NC/NP/mois.

Figure 6. : Fluctuation du taux de captures du charançon depuis Septembre 2009  
(Fluctuation of the captures rate of the weevil since September 2009)



Le graphe révèle un pic de population pendant le mois de septembre. Le nombre total des adultes capturés entre le 30 août 2009 et le 26 novembre 2010 est de 7263 individus dont 43.56% ont été capturés durant les quatre derniers mois de l'année 2009. Alors qu'on note des taux de réduction en septembre, octobre, novembre 2010 successivement de 84.90%, 85.31% et 84.31% par rapport à la même période de l'année 2009.

#### 1.4. Détermination du sex-ratio

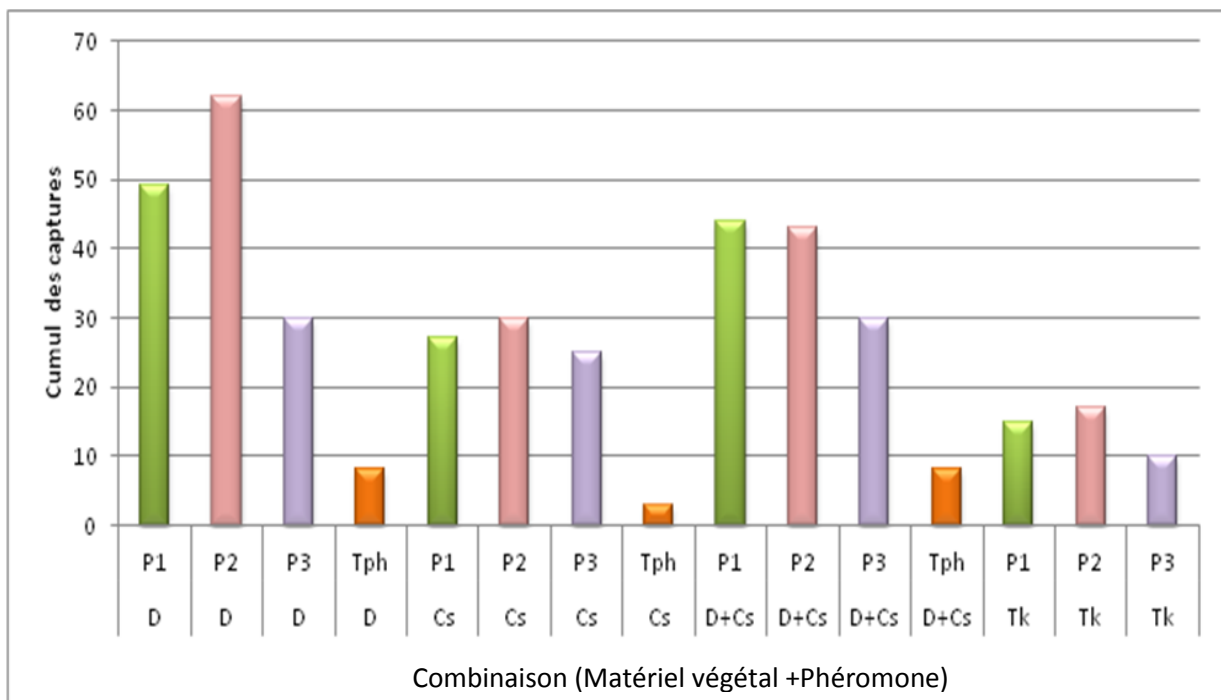
Les résultats du sex-ratio montrent que la population du charançon rouge du palmier est constituée de **65%** de femelles et **35%** de mâles, ce résultat est confirmé par le test T de comparaison de moyenne qui révèle la présence d'une différence significative entre les deux sexes ( $P=0.000 < 0.05$ ), ce qui présente un avantage à long terme pour le piégeage de masse, étant donné que la femelle pond en moyenne jusqu'à 200 œufs.

#### 1.5. Amélioration de la qualité du piégeage

- **Comparaison de différentes combinaisons: matériel végétal + phéromone**

La figure 7 montre la variation du nombre total de charançons capturés par les différentes combinaisons de Matériel végétal / Phéromone testées au cours de cette étude.

Figure 7. : Variation du nombre total des captures en fonction de la combinaison utilisée (Matériel végétal + Phéromone)  
(Variation of the total number of the captures according to the used combination (vegetable equipment + Pheromone))



D; Datte, CS; canne à sucre, D + CS ; Datte + canne à sucre, Tk ; Témoin sans matériel végétal  
Ph1 ; FERROLURE 400mg, Ph2 ; RHYLURE LAT-400, Ph3 ; PHERODIS, Tph ; témoins sans phéromone

Le niveau des captures varie selon le type de combinaison utilisée ; le plus haut niveau de captures a été enregistré avec la combinaison (D/Ph2) : Datte + RHYLURE LAT-400, suivi

par les combinaisons : (D/Ph1), (D+Cs/Ph1), (D+Cs/Ph2)...alors que le niveau le plus bas est enregistré avec les pièges témoins contenant uniquement la canne à sucre.

L'analyse statistique indique qu'il y a absence d'interaction entre les deux facteurs étudiés ( $P=0.683 > 0.05$ ). Le type du matériel végétal utilisé a un effet significatif sur les captures aux pièges ( $P=0.048 < 0.05$ ) par contre le mode de présentation de la phéromone n'a pas d'effet significatif sur la variation du niveau de captures ( $P=0.101 > 0.05$ ).

Si on considère uniquement le facteur matériel végétal, le test Student-Newman-Keuls (SNK) montre qu'il y a une différence significative entre le matériel végétal Datte et les autres matériels végétaux utilisés Canne à sucre et Datte + canne à sucre qui ne sont pas significativement différents ( $P=0.159 > 0.05$ ).

A la suite de ces résultats, on peut conclure que le matériel végétal qui permet de capturer le maximum de charançon est la datte, il est donc recommandé d'utiliser les dattes dans les pièges du charançon installés à Tanger.

Si on considère uniquement le facteur phéromones, c'est la phéromone2 qui a permis de capturer le nombre le plus élevé d'individus de charançon suivi par la phéromone1 et en dernier lieu la phéromone3. Cependant, les résultats de l'analyse statistique ont montré que la réponse des individus du charançon aux trois types de phéromones utilisées n'est pas significativement différente.

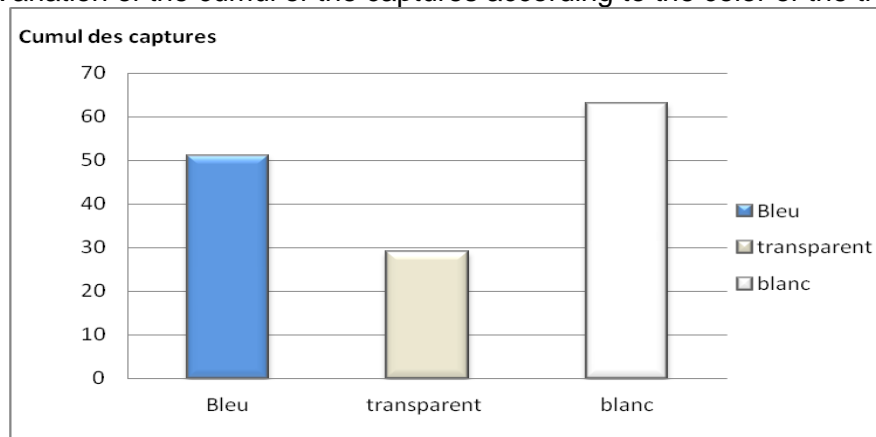
Ainsi, en utilisant les dattes comme Matériel végétal :

- L'utilisation de la Phéromone1 augmente les captures 6.125 fois par rapport au témoin.
- L'utilisation de la Phéromone2 augmente les captures 7.75 fois par rapport au témoin.
- L'utilisation de la Phéromone3 augmente les captures 3.75 fois par rapport au témoin.

#### • Effet de la couleur du piège sur le niveau des captures

La figure 8 présente la variation du total des captures selon la couleur du piège, ce graphe montre que la couleur blanche attire le plus des individus suivi par la couleur bleue et en dernier lieu le piège transparent avec un couvercle rose.

Figure 8. : Variation du cumul des captures en fonction de la couleur du piège  
(Variation of the cumul of the captures according to the color of the trap)



L'analyse statistique montre que la couleur du piège a un effet significatif sur les captures des individus du CRP ( $P=0.034 < 0.05$ ).

Le test SNK indique qu'il n'y a pas une différence significative entre les pièges de couleur blanche et bleue ( $P=0.351 > 0.05$ ), par contre il y a une différence significative entre les pièges de couleur blanche et les pièges transparents avec un couvercle rose.

Il est recommandé d'utiliser uniquement des pièges de couleur blanche et/ou bleue.

#### • Effet de la position des ouvertures sur le niveau de captures

Les pièges avec 4 ouvertures latérales permettent de capturer un nombre élevé d'individus par rapport aux pièges à 8 ouvertures disposées latéralement et au niveau du couvercle.

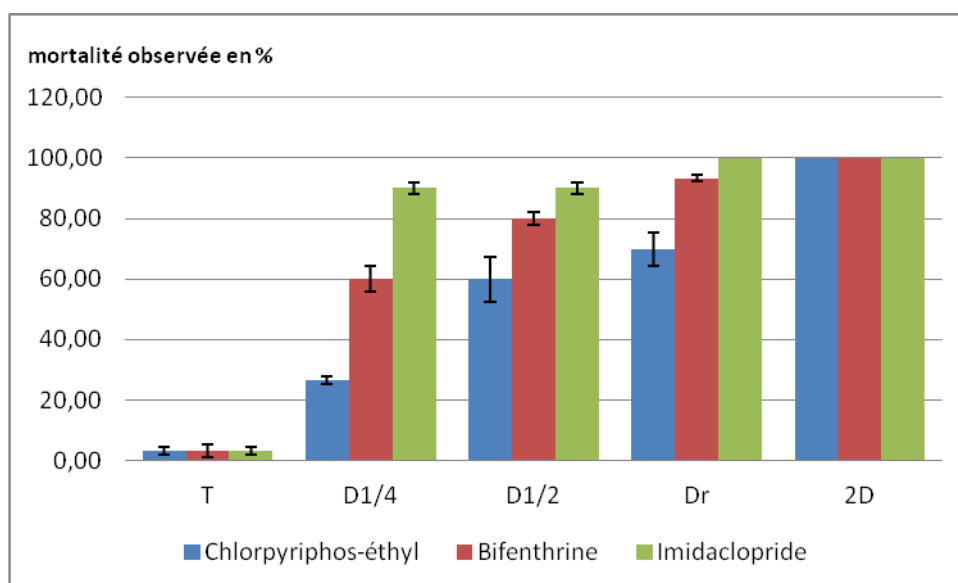
L'analyse de la variance indique également que le facteur étudié n'a pas d'effet significatif sur la variation du niveau de captures ( $P= 0.299 > 0.05$ ).

## 2. ESSAIS DE LUTTE CHIMIQUE

La dose létale 50 ou DL50 est un indicateur quantitatif de la toxicité d'une substance. Dans cette partie, nous avons comparé la toxicité des trois produits étudiés (Imidaclopride, Bifenthrine et Chlorpyriphos-éthyl) à différentes doses sur les adultes du charançon aux conditions du laboratoire.

Les résultats obtenus sont représentés dans le graphe suivant (Figure 9.) qui représente la moyenne de mortalité en pourcentage des trois produits et à différentes doses.

Figure 9. : Variation du taux de mortalité par dose pour les trois produits étudiés  
(Variation of the rate of mortality by dose for the three studied products)



Ce graphe montre que pour les trois matières actives, le taux de mortalité accroit en augmentant la concentration du produit. Pour les doses (D1/4, D1/2 et Dr) la mortalité la plus importante est obtenue par l'Imidaclopride suivi par le Bifenthrine et enfin le Chlorpyriphos-éthyl. Pour la dose 2D les trois produits utilisés ont donné le même résultat (100% de mortalité).

Le calcul de la droite de régression pondérée : probit mortalité/ log dose, a relevé les résultats suivants (tableau III.).

Tableau III : Résultats du calcul des DL50 des trois produits étudiés  
(Results of the calculation of the LD50 of the three studied products)

Produits	DL50 (cc/l)	Limites de confiance à 95%	
		Inférieure	Supérieure
Imidaclopride	0.030	0.000	0.081
Bifenthrine	0.106	0.047	0.152
Chlorpyriphos-éthyl	0.235	0.169	0.302

La comparaison des différentes DL50 des trois produits utilisés indique que:  
DL50 (Imidaclopride) < DL50 (Bifenthrine) < DL50 (Chlorpyriphos-éthyl)

Le produit à base d'Imidaclopride est le plus toxique contre les adultes du charançon suivi par la bifenthrine et enfin le Chlorpyriphos-éthyl.

A partir de l'analyse statistique, il s'avère que le facteur principal « produit » a un effet significatif sur la mortalité des adultes ( $P=0.038 < 0.05$ ) et la même chose pour le facteur

subordonné ( $P=0.000<0.05$ ). Ce résultat est confirmé par le test SNK qui indique que les trois produits sont significativement différents deux à deux.

Pour chaque produit chimique le test d'analyse statistique ANOVA1 et les tests de comparaison multiples ont montré les résultats suivants:

#### Imidaclopride

- La dose a un effet significatif sur la mortalité du charançon ( $P=0.000<0.05$ )
- Toutes les doses sont significativement différentes du témoin ( $P=0.00<0.05$ )
- Les doses D1/4, D1/2, Dr et 2D ne sont pas significativement différentes ( $P=0.3>0.05$ )

#### Bifenthrine

- La dose a un effet significatif sur la mortalité du charançon ( $P=0.000<0.05$ )
- Toutes les doses sont significativement différentes du témoin ( $P=0.00<0.05$ )
- Les doses D1/4 et D1/2 ( $P=0.121>0.05$ ), D1/2 et Dr ( $P=0.098>0.05$ ), Dr et 2D ( $P=0.135>0.05$ ) ne sont pas significativement différentes deux à deux.

#### Chlorpyrifos-éthyl

- La dose a un effet significatif sur la mortalité du charançon ( $P=0.000<0.05$ )
- La dose D1/4 n'est pas significativement différente du témoin ( $P=0.146<0.05$ )
- Les doses D1/2, Dr et 2D sont significativement différentes du témoin ( $P=0.00<0.05$ )
- Les doses D1/4, D1/2 et Dr ne sont pas significativement différentes ( $P=0.3>0.05$ )
- La dose 2D (100 cc/hl) est significativement différente des autres doses.

## DISCUSSION

Après une année de piégeage (du premier octobre 2009 jusqu'à 20 novembre 2010), le nombre des pièges installés a été multiplié par **6,4** ; cette augmentation, qui va en parallèle avec l'élargissement de la zone infestée, montre l'importance accordée au réseau de piégeage adopté par l'ONSSA.

Les taux de captures du charançon enregistrés à Tanger qui sont de 1.079 individus/piège/j (taux le plus élevé) restent généralement faibles par rapport à des travaux similaires réalisés dans d'autres pays infestés :

- Kaakeh et al, (2001) en Emirats Arabes Unis, a signalé un taux maximal du NC/NP/Période de l'ordre de 3.7 CRP/P/j entre 1998 et 2000.
- Abbas et al, (2006) en Emirats Arabes Unis, a rapporté un niveau taux maximal de 10.67 CRP/P/j en 2000 et 6.67 CRP/P/j en 2001.

Ce faible taux de captures est dû à la densité élevée de pièges installés au niveau des îlots de palmiers dans la zone infestée et qui exerce un effet de dilution sur le rapport NC/NP/période.

Le taux de captures moyen calculé pour les trois derniers mois de l'année 2009 est de l'ordre de 0.323 CRP/P/j alors que pendant la même période de l'année 2010 on note un taux de captures de 0.048 CRP/P/j, c'est-à-dire une réduction d'environ **85%** du taux de captures qui suggère une diminution significative de la population.

Abbas et al, (2006) ont signalé que le piégeage de masse a entraîné une réduction du niveau de population de 29.7-51.7% entre 2000 et 2001. Une diminution de captures a également été enregistrée en Arabie saoudite par Vidyasagar et al, 2000 de l'ordre de 50.97% entre 1994 et 1997. En Inde, le piégeage de *R. ferrugineus* a entraîné une diminution de 75% dans les captures (Muralidharan et al,2000).

En une année, la stratégie de lutte intégrée adoptée par l'ONSSA a réussi à réduire potentiellement le niveau de population de ce ravageur à des taux plus importants par rapport à d'autres travaux réalisés sur plusieurs années.

L'évolution décroissante du rapport NC/NP/période depuis le début de l'année 2010 jusqu'à février puis un pic de population pendant le mois de septembre peut être expliqué très bien par l'influence des conditions climatiques; forte pluviosité en janvier-février 2010 et forte température en août-septembre 2010. Ceci est en accord avec les conclusions de Faleiro,(2005), selon lequel en Inde le climat influence significativement le taux de captures ;

une augmentation du taux de capture durant les périodes très chaudes et une diminution durant les périodes très pluvieuses. Selon Al-Saoud, (2009), le plus grand nombre de charançon capturés se produit en deux périodes, la première période s'étale de septembre jusqu'à novembre et la seconde va de mars jusqu'à Mai.

La présence d'un sex-ratio de **65%** des femelles et **35 %** des mâles peut être expliqué par le fait que les femelles sont plus sensibles aux odeurs résultant de la fermentation du matériel végétal. Avand-Faghih, 2004 explique cette différence par le fait que le seuil de réponse à la phéromone + matériel végétal est plus élevé chez les mâles que chez les femelles, c'est-à-dire que les femelles sont plus sensibles et capables de détecter la combinaison (Phéromone + matériel végétal) à une faible dose par rapport aux mâles.

Plusieurs travaux ont également montré que les pièges appâtés avec du matériel végétal associé à du ferruginéol ou des mâles vivants, comme source de phéromone naturelle, capturent plus de femelles que de mâles (Avand-Faghih, 1998 et 2004 ; Faleiro et Chellapan, 1999).

Par contre il faut noter qu'Abbas *et al*, (2006) et Hallett *et al*, (1999) ont signalé qu'il n'y a pas de différence significative entre le nombre de captures mâles et femelles.

Les essais d'amélioration des pièges ont révélé une différence non significative entre les trois phéromones testées. En effet, celles-ci ont la même composition chimique, elles diffèrent uniquement au niveau du mode de présentation.

Aux Emirats Arabes Unis, dans le cadre de la gestion du charançon par un système de piégeage basé sur l'utilisation de la Phéromone / appât alimentaire entre 1998 et 2000, cinq phéromones ont été évaluées (Ph5, Ph6, Ph7, Ph8 et Ph9) parmi lesquelles «Ph7: la FERROLURE+». L'efficacité des différentes phéromones utilisées a été déterminée en se basant sur le nombre de charançons capturés par piège/période et le pourcentage des infestations d'arbres. Les résultats de cette étude ont montré qu'il y avait une variation dans les captures en fonction de la phéromone utilisée pendant la saison de croissance. Ainsi le taux de réduction des infestations était de 90.4, 90.9 et 100% pour les phéromones 5, 8 et la FERROLURE+ respectivement (Kaakeh *et al*, 2001).

Concernant les 3 phéromones testées dans nos essais, de point de vue pratique le mode de présentation de la phéromone<sup>3</sup> (PHERODIS) ne permet pas de détecter visuellement son dessèchement, l'entretien de cette phéromone nécessite de noter la date d'installation pour chaque piège, ce qui n'est pas possible pour un grand nombre de pièges. Ainsi, les deux phéromones: RHYLURE LAT-400 et FERROLURE 400mg, sont recommandées pour le piégeage de masse du charançon au niveau de la ville de Tanger.

Également, et selon plusieurs auteurs l'efficacité du piège ne peut être obtenue sans la présence de l'appât alimentaire.

La présence dans nos résultats d'une différence significative entre la datte et les autres matériels végétaux est en accord avec les résultats de plusieurs auteurs.

En Arabie Saoudite, Faleiro (2001) a comparé le nombre de charançons capturés en utilisant 12 matériaux végétaux, le maximum de captures a été enregistré par la datte suivi par la canne à sucre et la tige du cocotier. Les dattes ont permis de capturer 8 fois plus que le témoin.

Al-Saoud, (2011) en comparant 4 appâts alimentaires a également montré que la datte a permis le meilleur taux de capture avec un total de 151.3 charançon /piège pendant toute la période de l'étude soit plus de deux fois le taux enregistré avec la banane et la canne à sucre.

Selon Avand-Faghih (2004), les pièges appâtés avec la phéromone et le matériel végétal ont capturé 5 et 31 fois plus d'insectes que les pièges appâtés respectivement avec la phéromone seule ou avec la matériel végétal seul.

Selon Al-Saoud *et al*, (2010), la couleur du piège a un effet significatif sur l'efficacité du piégeage ; la couleur rouge a donné les meilleurs résultats en comparaison avec d'autres couleurs parmi lesquelles le bleu et le blanc. Dans nos résultats, ces deux couleurs sont les préférées par le charançon.

Les pièges à 8 ouvertures sont plus exposés aux saletés (éclaboussure de l'eau d'irrigation, débris végétaux, animaux...) et en été l'eau s'évapore rapidement, par contre en hiver ils

sont remplis facilement par l'eau des pluies. Ces résultats nous permettent de recommander l'utilisation des pièges à 4 ouvertures latérales.

Suite aux essais d'amélioration de la qualité du piégeage, le piège recommandé au niveau de la ville de Tanger est un piège de couleur Blanche ou Bleue, à quatre ouvertures latérales et contenant la phéromone RHYLURE LAT-400 ou FERROLURE 400mg et la datte comme matériel végétal.

Les essais de lutte chimique réalisés dans ce travail ont révélé l'efficacité de l'Imidaclopride et sont en accord avec ceux de certains auteurs. Selon Kaakeh (2006), la toxicité de l'Imidaclopride a été évaluée sur différents stades de développement du charançon rouge du palmier, cette matière active était efficace contre les différents stades et la mortalité a augmenté selon le temps d'exposition et la dose appliquée.

A la lumière de ces résultats, nous recommandons de continuer le traitement des palmiers en alternance avec l'Imidaclopride et la Bifenthrine et d'appliquer une dose de 100 cc/hl de Chlorpyrifos-éthyl pour l'essai traitement chimique sur terrain.

## CONCLUSION

L'évolution périodique des captures aux pièges a permis de mettre en évidence la présence des adultes du charançon rouge du palmier durant toute l'année. L'étude de l'évolution du taux de captures (NC/NP/mois) indique que la stratégie de lutte intégrée a permis de réduire le taux de captures en septembre, octobre, et novembre 2010 successivement d'environ 84,90%, 85,31% et 84,31% par rapport à la même période l'année 2009.

La détermination du sex-ratio montre que les pièges à phéromone d'agrégation capturent significativement plus de femelles (65%) que de mâles (35%), ce qui constitue un avantage à long terme pour le piégeage de masse.

Les essais d'amélioration de la qualité du piégeage ont permis de proposer un modèle de piège qui permet de capturer le maximum d'individus dans les conditions de la ville de Tanger, **c'est un piège de couleur Blanche ou Bleue, à quatre ouvertures latérales et contenant la phéromone RHYLURE LAT-400 ou FERROLURE 400mg et la datte comme matériel végétal.**

La comparaison de DL50 des trois produits étudiés révèle que, dans les conditions du laboratoire, **le produit à base d'Imidaclopride est le plus efficace** contre les adultes du charançon, suivi par la Bifenthrine et en dernier lieu le Chlorpyrifos-éthyl. L'analyse statistique montre la présence d'un effet significatif des deux facteurs : Produit et Dose d'application.

A l'échelle nationale nous recommandons :

- L'installation d'un système de piégeage autour des portes d'importation (Ports, Aéroports, Postes frontaliers).
- L'organisation de prospections régulières au niveau des oasis marocains pour la détection précoce d'une éventuelle attaque.
- La mise en place d'un réseau de surveillance près des plantations récentes de palmiers issus de zones infestées pour permettre de réduire le risque d'installation du charançon.
- Le renforcement du programme de recherche pour le développement de la lutte intégrée contre ce ravageur.
- La sensibilisation du public à l'échelle nationale de l'intérêt de déclarer tout palmier soupçonné.

En guise de conclusion, on peut dire que la réussite de la stratégie de lutte intégrée contre le Charançon rouge du palmier, *R.ferrugineus*, au niveau de la ville de Tanger est tributaire des trois éléments clés suivants:

- Une détection précoce des infestations.
- Un entretien minutieux des pièges.
- Un traitement préventif et régulier de tous les palmiers.



## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la Direction Générale de l'Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires pour tous les moyens engagés pour la réalisation de ce travail.

## BIBLIOGRAPHIE

- Abbas M.S.T., Hanounik S.B., Shahdad A.S., Al-Bagham S.A., 2006.** Aggregation pheromone traps, a major component of IPM strategy for the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* in date palms (Coleoptera: Curculionidae), *Journal of Pest Science*, 79, 69–73.
- Al-Saoud A.H., 2009.** Control of The Red Palm Weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera: Curculionidae) using aggregation pheromones. *Damascus University Journal of Agricultural Sciences*, 25, 2, 125-144.
- Al-Saoud A.H., 2011.** Comparative effectiveness of four food baits in aggregation pheromone traps on Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*, Olivier. *Arab Journal of Plant Protection*, 29, 1, 83-89.
- Al-Saoud A.H., Al-Deeb M.A., Murchie A.K. 2010.** Effect of color on the trapping effectiveness of Red Palm Weevil, *Journal of Entomology* 7, 1, 54-59.
- Avand-Faghieh A., 1998.** Research on the Control of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. (Col: Curculionidae) with synthetic attractants in Sistan & Blouchestan province (Iran). *A thesis submitted in partial fulfilment for the degree of M.Sc. in Agricultural Entomology*, Department of Plant Protection, College of Agriculture, University of Tehran, 162.
- Avand-Faghieh A., 2004.** Identification et application agronomique de synergistes végétaux de la phéromone du Charançon *Rhynchophorus ferrugineus* (OLIVIER) 1976. Lieu de soutenance : Institut Nationale Agronomique Paris-Grignon, 171.
- Djerbi M., 1993.** Biotechnologie du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.): Voies de propagation des clones résistants au bayoud et de haute qualité dattière, CIHEAM, Option Méditerranéennes, 14, 31-38.
- Faleiro J.R., 2001.** Integrated pest management options against red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) in palm agro-ecosystems, Date Palm Research Centre King Faisal University, Al Hassa-31982 Kingdom of Saudi Arabia.
- Faleiro J.R., 2005.** Pheromone technology for the management of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Rhynchophoridae)-A key pest of coconut, *Technical Bulletin*, 4, ICAR Research Complex for Goa, 40p.
- Faleiro J.R., Chellapan M., 1999.** Attraction of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. To ferrugineol based pheromone lures in coconut gardens. *Journal of Tropical Agriculture*. 37, 60-63.
- Hallett R.H., Oehlschlager A.C., Borden J.H., 1999.** Pheromone trapping protocols for the Asian palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae), *International Journal of Pest Management*, 45, 3, 231-237.
- Kaakeh W., 2006.** Toxicity of imidacloprid to developmental stages of *Rhynchophorus ferrugineus* (Curculionidae: Coleoptera): Laboratory and field tests, *Crop Protection*, 25, 432–439.
- Kaakeh W., El-Ezaby F., Abu Al-Nour, M.M., Khamis A.A., 2001.** Management of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv, by a pheromone/food-based trapping system, 325-343.
- Muralidharan C.M., Sodagar N.N., Vaghasia U.R., 2000.** Survey, distribution, extent of damage, field behaviour and biology of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. On date groves of Kachchh (Gujarat). *Gujarat Agricultural University Research Journal*, 25, 2 9-14.
- Oehlschlager A. C., Chinchilla C. M., Gonzalez M., Jiron L.F., Mexzon R. , Morgan B., 1993.** Development of a pheromone-based trapping system for *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*, 86, 1381-1392.
- Vidyasagar P.S.P.V., Hagi M., Abozuhairah R.A., Al-Mohanna O.E., Al-Saihati A.A., 2000.** Impact of mass pheromone trapping on red palm weevil : adult population and infestation level in date palm garden of Saudi Arabia, *Planter*, 76, 891, 347-355.