

# Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parqui* L'Hérit. (Solanaceae) sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk.)

Naima Barbouche <sup>(1)</sup>, Béchir Hajjem <sup>(2)</sup>, Georges Lognay <sup>(3)</sup>, Mohamed Ammar <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Laboratoire de Physiologie des Insectes. Institut national agronomique de Tunisie. Avenue Charles Nicolle, 43. 1082 Tunis (Tunisie).

<sup>(2)</sup> Laboratoire de Chimie. Institut national agronomique de Tunisie. Avenue Charles Nicolle, 43. 1082 Tunis (Tunisie).

<sup>(3)</sup> Unité de Chimie générale et organique. Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux (Belgique).

Reçu 11 septembre 2000, accepté le 21 février 2001.

Les feuilles de *Cestrum parqui* L'Hérit. (Solanaceae), arbuste ornemental fréquent en Afrique du Nord présentent des effets biocides marqués vis-à-vis du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*. Cet article fait d'abord le point des connaissances sur cette plante et aborde ensuite l'évaluation de la toxicité d'extraits bruts et de fractions d'extraits obtenues par précipitation sélective ou par fractionnement sur support solide (SPE). Les biotests de toxicité révèlent une mortalité totale des jeunes au stade L5 dans un délai de 2 à 4 jours à partir d'un extrait méthanolique de feuilles (**EB**). Des fractions obtenues soit par SPE (**F37**) ou par précipitation à l'éther diéthylique (**ESB**) ont aussi un niveau de toxicité élevé. Les extraits hexaniques issus d'hydrolysats acides des fractions F37 et ESB présentent les mêmes profils chromatographiques. La toxicité des métabolites secondaires de *C. parqui* est mise en relation avec l'occurrence de saponines.

**Mots-clés.** *Cestrum parqui*, *Schistocerca gregaria*, saponines, activité insecticide.

**Contribution to the study of the biological activity of *Cestrum parqui* L'Hérit. extracts against the locust *Schistocerca gregaria* (Forsk).** The leaves of *Cestrum parqui* L'Hérit. (Solanaceae), a common ornamental shrub in North Africa showed strong insecticide activity against the locust *Schistocerca gregaria*. The first part of this paper deals with a phytochemical survey of *C. parqui*. The second one reports on the toxicity of methanolic extracts (**EB**) of leaves and fractions thereof. The mortality in treated insects (at the 5<sup>th</sup> instar) injected with aqueous solutions of EB or fractions reached 100% within a period of 2 to 4 days. The bioassays undertaken with two fractions **F37** (recovered from **EB** by solid phase extraction) and **ESB** (resulting from the diethylether precipitation from EB methanolic solution) exhibited a similar toxicity. The n-hexane extracts obtained after F37 and **ESB** acidic hydrolysis showed the same TLC patterns. The toxicity of *C. parqui* is related to the occurrence of saponins.

**Keywords.** *Cestrum parqui*, *Schistocerca gregaria*, saponins, insecticide activity.

## 1. INTRODUCTION

Parmi les criquets migrants, le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) occupe une place particulière chez les ravageurs. Il constitue une menace quasi permanente pour les plantes cultivées et les pâturages de nombreux pays de l'Afrique du nord à l'Équateur et de l'Atlantique à l'Asie du sud-ouest en passant par le Proche Orient, à cause :

- de sa grande mobilité (les essaims peuvent parcourir plus de 1000 kilomètres en quelques jours) ;
- de son aire d'invasion très vaste couvrant environ 29 millions de kilomètres carrés, soit 20 % des terres émergées;

- de son grand potentiel reproducteur ;
- de sa capacité à consommer chaque jour son propre poids ;
- de sa polyphagie qui lui permet de causer des dégâts sévères à une large gamme de cultures (Lecoq, 1991)

Les méthodes actuelles de lutte curative utilisent des produits insecticides liquides dont les matières actives appartiennent à la famille des organophosphorés, des pyrèthrinoïdes et des carbamates de synthèse. Ces préparations se sont révélées à la fois très efficaces sur le criquet mais aussi néfastes sur de nombreuses autres espèces animales du biotope. Les insecticides provoquent une accumulation significative de matière

active dans les écosystèmes traités, ils sont d'emploi délicat pour la santé de l'homme et contribuent au développement d'insectes résistants.

Comme dans de nombreux cas une pullulation massive ne peut être empêchée, il s'avère judicieux de trouver d'autres méthodes d'intervention. C'est ainsi qu'en Afrique du Nord, depuis l'invasion de 1986 qui a causé des pertes extrêmement dommageables, l'accent est mis sur la surveillance et la prévention des risques inhérents à cet insecte. En effet, de nouvelles mesures préventives ainsi que de nouveaux produits sont continuellement recherchés pour assurer d'une part une protection efficace de la production agricole et d'autre part contribuer à une gestion durable de l'environnement. La mise en place de nouvelles alternatives de contrôle des criquets migrateurs peut s'avérer particulièrement intéressante surtout en milieu rural. Dans cette optique, l'utilisation d'extraits de plantes indigènes dotées d'effets insecticides offre certaines potentialités. Déjà Volkonsky (1937) préconisait l'emploi d'extraits de plantes dissuadantes pour lutter contre les bandes de criquets migrateurs. Parmi les plus largement documentés citons l'exemple de l'efficacité d'extraits de *Melia azadirach* L. contenant l'azadirachtine sur les larves de *Schistocerca gregaria* (Wilps *et al.*, 1992 ; Mordue, Blackwell, 1993 ; Linton *et al.*, 1997).

Au cours des dix dernières années, des préparations à base de régulateurs de croissance comme le diflubenzuron et le triflurumon, ou de biopesticides extraits de plantes dont *Azadirachta indica* A. Juss. ont été évaluées sur les larves de *Schistocerca gregaria* (Boughdad *et al.*, 1999). En Australie, une méthode de lutte biologique contre diverses espèces de criquets utilisant des champignons du genre *Metarhizium* a été décrite (Australian Plague Locust Commission, 2000). Les spores de ce champignon pénètrent la cuticule des jeunes individus ou peuvent être ingérées directement. Leur développement conduit à la mort des jeunes insectes dans la seconde semaine qui suit l'ingestion ; les adultes deviennent stériles et l'ovogenèse est bloquée chez les femelles.

Dans le cadre des recherches menées dans notre laboratoire sur *Schistocerca gregaria*, nous avons antérieurement démontré les propriétés bio-insecticides des feuilles de *Cestrum parqui* L'Hérit. ainsi que l'efficacité d'extraits aqueux de feuilles d'*Olea europea* L. en tant qu'anti-appétant (Ammar *et al.*, 1995). Ammar *et al.* (1997) ont montré que *Schistocerca gregaria* mis en présence des feuilles de *Cestrum parqui* ou d'une alimentation à base de feuilles de *Trifolium alexandrinum* L. imbibées d'un extrait aqueux de *Cestrum* présente une appétence supérieure à celle manifestée à l'égard des feuilles de crucifères comme le chou et la laitue choisies comme aliments de référence. Cette appétence se traduit par une évolution pondérale plus marquée pour le lot traité par rapport

au lot témoin. Cependant, après quelques jours, la courbe de croissance décroît rapidement et on observe une paralysie des membres et un blocage de la mue chez les larves. La mort survient au maximum 6 jours après l'ingestion. Ces observations constituent le point de départ de notre étude.

Dans cet article, nous envisageons d'abord une description succincte de la plante étudiée et nous présentons ensuite les résultats de tests biologiques sur *Schistocerca gregaria* à partir d'extraits et de fractions d'extraits obtenus par chromatographie. Ces résultats sont les premiers éléments d'une recherche phytochimique visant à l'identification et à la détermination du mode d'action des bio-molécules impliquées.

## 2. LE CESTRUM VERT (*Cestrum parqui*)

Le *cestrum vert* (*Cestrum parqui*, Solanaceae) est un arbrisseau originaire du Chili et que l'on retrouve aussi bien en Australie qu'en Afrique du Nord où il est utilisé comme plante ornementale. Sa dissémination a été facilitée par les oiseaux qui en consomment les fruits et rejettent des graines viables et par une caulogenèse rapide à partir de morceaux de racines qui subsistent dans le sol. D'autre part, les graines dormantes ont une très grande longévité (Ernest, 1988).

Bien que deux applications thérapeutiques de *Cestrum parqui* aient été relevées dans la littérature (Lazo, Bravo, 1993 ; Backhouse *et al.*, 1996), cet arbrisseau est le plus souvent répertorié comme plante toxique (Frohne, Pfänder, 1983). En Nouvelle Zélande par exemple elle fait l'objet de mesures d'éradication.

Les effets délétères du *cestrum vert* (principalement la nécrose des hépatocytes résultant de l'ingestion accidentelle de feuilles ou de fruits) sur les ruminants ont été largement décrits (Lopez *et al.*, 1978 ; McLennan, Kelly, 1984 ; Kudo *et al.*, 1985 ; Riet-Correa *et al.*, 1986 ; McKenzie *et al.*, 1988 ; McNiven *et al.*, 1993 ; Yaggeddu *et al.*, 1998). D'après El-Emam *et al.* (1990), la plante présente également des propriétés molluscicides modérées. Au Sud Chili, elle est utilisée comme agent répulsif vis-à-vis des coléoptères déprédateurs des champs de pommes de terre (World Resources Institute, 1997).

D'un point de vue chimique, les métabolites secondaires de la plupart des plantes du genre *Cestrum* ont été étudiés. Une monographie due à Riaz et Chaudhary (1993) en décrit les principaux constituants chimiques. Chez *Cestrum parqui*, comme chez d'autres plantes du même genre, Kereselidze *et al.* (1970), Lopez *et al.* (1984), Ahmad *et al.* (1993) et Haraguchi *et al.* (1999) ont retrouvé des saponines. Les aglycones suivants ont été répertoriés : la gitogénine, la tigogénine, la digitogénine et la gitoxigénine. Lopez *et al.* (1984) mettent en relation la présence de ces molécules et la toxicité de la plante vis-à-vis de la

souris. Par une série d'extractions sélectives, de fractionnements chromatographiques et d'analyses spectrométriques, Pearce *et al.* (1992) ont identifié l'hydroxyparquine (glycoside toxique à structure *ent-kaurène* ;  $LD_{50} = 4,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  chez la souris) ainsi qu'un second métabolite structurellement apparenté : la parquine (peu toxique) dans laquelle un hydrogène remplace la fonction carboxylique en C4 de l'hydroxyparquine. L'occurrence d'alcaloïdes est largement documentée chez les Solanaceae et différentes espèces du genre *Cestrum* (Halim *et al.*, 1971), cependant il n'apparaît pas que ces molécules azotées aient été décelées chez *Cestrum parqui*.

### 3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

#### 3.1. Matériel biologique

Les jeunes au stade 5 (LV) et les imagos de *Schistocerca gregaria* proviennent d'un élevage de masse maintenu au laboratoire de physiologie et physiopathologie des insectes à l'INAT (Tunis) sous les conditions suivantes : 12h/12h de photopériode, 80 % d'humidité relative dans des cages cubiques de 50 cm de côté (100 individus par cage). L'alimentation est constituée selon la saison soit de feuilles de bersim (*Trifolium alexandrinum* L.), soit de feuilles de luzerne cultivée (*Medicago sativa* L.), soit de feuilles de chou cultivé (*Brassica oleracea* L.), de son et d'eau.

#### 3.2. Préparation des extraits bruts (EB) de feuilles de *Cestrum parqui*

Les feuilles âgées de *Cestrum parqui* récoltées sur le site de l'INAT (Tunis) pendant les mois d'octobre et novembre, en dehors de la période de floraison (février-juin), ont été séchées à 37 °C pendant 3 jours puis réduites en poudre. Des quantités de 100 g de matière sèche ont été homogénéisées, délipidées à l'éther de pétrole puis extraites successivement par 3 × 300 ml de méthanol sous agitation pendant 2 heures. Les extraits méthanoliques ont été rassemblés et le solvant a été évaporé sous vide à 35 °C à l'aide d'un évaporateur de type Büchi. Le résidu pâteux obtenu a été traité plusieurs fois à l'éther diéthylique afin de le solidifier. Après élimination complète du solvant, une poudre verdâtre qui constitue l'extrait brut (EB) a été récupérée.

#### 3.3. Fractionnement de l'extrait brut

Le méthanol et l'acétonitrile (AcCN) employés dans cette étude sont de marque Acros (Geel, Belgique). Les cartouches SPE (solid phase extraction) en phase inverse mises en œuvre pour le fractionnement des extraits bruts sont du type C18ec (Chromabond

200 mg, Macherey-Nagel, Allemagne). Avant utilisation, elles ont été solvatées par passage de 5 ml de méthanol puis par deux rinçages avec 5 ml d'eau.

Un ml de solution aqueuse à 10 % de EB a été introduit dans chaque cartouche C18 préalablement conditionnée. Des blancs constitués d'un ml d'eau pure ont été traités en parallèle. Le fractionnement a été réalisé à l'aide des éluants suivants : eau pure, AcCN/Eau 30:70 v/v (fraction F37), AcCN/Eau 60:40 v/v (fraction F64) et AcCN/Eau 90:10 v/v (fraction F91). Chaque fraction (5 ml) a été collectée séparément puis évaporée à sec. Le résidu a été repris dans 0,4 ml d'eau, centrifugé à 4000 g pendant 20 minutes et finalement injecté aux insectes. En moyenne 1,25 mg de chaque fraction de EB est injecté par insecte.

#### 3.4. Précipitation des saponines et récupération des sapogénines constitutives

Les saponines sont précipitables par l'éther diéthylique à partir de solutions alcooliques. Un protocole basé sur ce principe a été utilisé. Un gramme de EB a été dissous dans environ 110 ml de méthanol. Un volume égal d'éther diéthylique a été ajouté à la phase méthanolique. Après 3 heures, le précipité formé a été récupéré par une centrifugation à 4000 g pendant 20 minutes et une filtration. Il a ensuite été dissous dans 10 ml d'eau en vue des tests biologiques. Dans la suite du travail l'extrait a été dénommé ESB.

Dans le but d'en étudier les aglycones (sapogénines) constitutifs, les extraits ESB ont été hydrolysés par HCl 12N pendant 3 heures à une température de 100 °C puis extraits à l'aide de n-hexane pendant 2 heures. Le solvant a finalement été évaporé sous azote. Les résidus d'hydrolyse ont été fractionnés et caractérisés par chromatographie sur couches minces (Gel de silice G60, épaisseur 0,2 mm, Éluant : chloroforme-méthanol 95:5 v/v).

#### 3.5. Tests biologiques

Selon la solution à tester, 5 à 10 µl sont injectés à l'aide d'une micro-seringue Hamilton entre le 4<sup>e</sup> et le 5<sup>e</sup> pleurite abdominal de l'insecte. Les témoins reçoivent la même quantité d'eau. Chaque lot est formé de 20 jeunes ou imagos. Le test a été répété trois fois.

### 4. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

L'examen comparatif des résultats obtenus pour les témoins et pour les jeunes traités à l'aide d'extraits ou de fractions d'extraits de *Cestrum parqui* conduit principalement à deux observations :

– après injection d'extraits de *Cestrum parqui*, la

mortalité des jeunes L5 atteint 100 % dans un laps de temps de 2 à 4 jours ; ce délai est ramené à 2 jours pour des jeunes âgés de 3 jours. Par contre, l'injection n'a aucun effet chez les individus de 7 jours probablement à cause du déclenchement du processus de l'exuviation en fin de cycle de la mue. La mortalité des jeunes adultes est également très élevée (90 % après 4 jours).

- Le fractionnement de **EB** sur cartouches C18 a permis la récupération d'une fraction **FE** éluée par l'eau qui donne jusqu'à 60 % de toxicité, une fraction toxique efficace éluée par AcCN/Eau 30:70 et dénommée **F37**. Elle conduit à 100 % de mortalité après 2 jours suite à l'injection de l'équivalent de 5 µl contenant 1,25 mg de matière. Les éluats moins polaires (**F64**, **F91**) faiblement toxiques contribuent peu à l'effet insecticide de *Cestrum parqui*.
- La fraction aqueuse est également toxique mais de moindre efficacité insecticide que la fraction **F37**.

L'extrait **ESB** récupéré à partir d'une solution alcoolique de poudre de feuilles par précipitation dans l'éther diéthylique (propriété caractéristique des saponines) a été solubilisé dans l'eau (**Tableau 1**). La toxicité de cette préparation est elle aussi élevée (le

taux de mortalité des L5 atteint 80 % après 2 jours ; il est de 100 % 6 jours après l'injection). Par ailleurs, nous avons cherché à mesurer les propriétés insecticides de leurs aglycones constitutifs. L'hydrolyse acide de **ESB** suivie d'une extraction au n-hexane a livré un extrait insoluble dans l'eau. Dans les conditions du bio-test, l'injection de solutions hexaniques s'avérait impossible du fait de la grande toxicité du solvant vis-à-vis des jeunes au stade L5. Nous avons tenté dès lors de reprendre les extraits dans des mélanges éthanol/eau 20:80 et 50:50 à la concentration de 25 mg/ml. Les tests réalisés à l'aide de ces solutions ne nous ont pas permis de mettre en évidence une différence entre individus témoins et individus traités. Ceci indique que les aglycones constitutifs de **ESB** ne sont soit pas suffisamment solubles dans les solvants mis en œuvre et par conséquent que leur toxicité sera difficile à évaluer, soit qu'ils ne possèdent pas de toxicité intrinsèque. Aucune des deux hypothèses ne peut *a priori* être écartée et mérite de plus amples investigations.

Les deux fractions insecticides (**F37** et **ESB**) isolées au cours de cette étude ont subi une hydrolyse acide suivie d'une chromatographie sur couche mince. Les résultats rassemblés dans le **tableau 2** indiquent

**Tableau 1.** Taux de mortalité des jeunes et imagos de *Schistocerca gregaria* après injection à chaque individu de 5 à 10 µl de divers extraits de feuilles de *Cestrum parqui*. Moyenne de 3 déterminations portant chacune sur 20 individus — *Mortality levels of Schistocerca gregaria imagos and L5 = 5<sup>th</sup> instar after injection of Cestrum parqui leave extracts. Mean of 3 determinations each on 20 individuals.*

Traitement	Mortalité (%)*						
	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 6	Jour 7
Jeunes L5 + <b>EB</b> (30 mg/ml)							
Jeunes L5 de 3 jours	70±10 (5)	90±10 (10)	100 (10)				
Jeunes L5 de 5 jours	50±8 (0)	60±0 (0)	90±10 (0)	100 (0)			
Imagos de 20 jours + <b>EB</b> (30 mg/ml)							
	70±10 (10)	70±10 (10)	90±5 (10)	90±5 (10)	90±5 (10)	90±5 (10)	90±5 (10)
Jeunes L5 de 3 jours + Fractions de <b>EB</b> **							
<b>FE</b> (Fraction aqueuse)	50±8 (3,3)	50±8 (5)	58±8 (5)	60±5 (5)	60±5 (5)	60±5 (5)	60±5 (5)
<b>F37</b> (Fr.AcCN/Eau 30:70)	75±5 (10)	100±0 (10)					
<b>F64</b> (Fr.AcCN/Eau 60:40)	0 (10)	10±9 (10)	10±9 (10)	10±9 (10)	10±9 (10)	10±9 (10)	10±9 (10)
<b>F91</b> (Fr.AcCN/Eau 90:10)	10±6 (3,3)	10±6 (5)	10±6 (5)	10±6 (5)	10±6 (5)	10±6 (5)	10±6 (5)
Jeunes L5 + saponines <b>ESB</b> (5 mg/ml)							
	70±13 (3,33)	80±0 (5)	80±0 (6,6)	90±10 (6,6)	90±10 (6,6)	100±0 (6,6)	

\*(valeur cumulée du nombre d'insectes morts / nombre initial d'insectes) × 100

\*\* fractionnement sur colonne C18

EB = extrait brut ; FE = fraction de EB obtenue par élution à l'eau lors de la purification sur cartouche C18.

Les valeurs entre parenthèses correspondent aux taux de mortalité cumulés observés pour les témoins non traités.

**Tableau 2.** Séparation des saponinés présentes dans les feuilles de *Cestrum parqui* par chromatographie sur couche mince de gel de silice. Eluant: Chloroforme/Méthanol 95:5 v/v — *Thin layer chromatographic separation of the saponinés from Cestrum parqui leaves (Silicagel TLC plates, Chloroforme/Méthanol 95:5 v/v as eluent).*

Rf		Mode de détection	
Hydrolysats de saponinés après précipitation à l'éther	Fraction AcCN/EAU 30:70 v/v (F37)	Coloration	Fluorescence sous UV à 254 nm
0,95	0,95	pourpre	rose
0,89	0,89	ND	vert
0,69	0,69	pourpre	bleu
0,61	0,61	pourpre	vert
0,40	0,40	ND	bleu

ND = non détecté

une parfaite similitude de Rf pour les divers produits décelés. Les deux fractions contiennent donc des molécules identiques.

## 5. CONCLUSIONS

À l'issue de ce travail, il ressort que les propriétés insecticides de *Cestrum parqui* sont vraisemblablement liées à l'occurrence de saponinés (ou à des glycosides apparentés) particulièrement solubles dans l'hémolymphe du criquet pèlerin. Ces molécules, très solubles dans l'eau et le méthanol, sont précipitables à l'éther diéthylique. Par hydrolyse acide, elles libèrent des aglycones (saponinés) signalées chez *Cestrum parqui* par Kereselidze *et al.* (1970) et Lopez *et al.* (1984).

La méthode de fractionnement sur colonne en phase inverse (C18) particulièrement simple et rapide à mettre en œuvre permet une purification performante des extraits bruts et constitue l'étape initiale d'un protocole plus complet que nous développons à l'heure actuelle en vue de l'isolement de molécules pures, de leur caractérisation et de l'évaluation de leur caractère insecticide.

Au cours d'un travail antérieur, Ammar *et al.* (1995) ont montré l'intoxication des insectes par *Cestrum parqui*. Même à faible dose et par voie orale l'extrait de *Cestrum parqui* provoque un blocage de la mue chez les larves dû à l'absence du liquide exuvial qui apparaît au début de la mue et qui est riche en glycoprotéines et en protéases responsables de la résorption de l'ancienne endocuticule (Barbouche, résultats non publiés). On sait maintenant que les glycosides de *Cestrum parqui* ingérés par voie orale inhibent l'activité de deux protéases du tube digestif

moyen de l'insecte : la trypsine et la chymotrypsine (Barbouche, résultats non publiés). Un phénomène semblable d'inhibition d'enzyme a été observé chez *Acetobacter xylinum* par des saponinés extraites du *Pisum sativum* L. (Ohana *et al.*, 1998 a,b).

Le *cestrum* vert est un arbrisseau fréquemment rencontré comme plante ornementale facile à planter notamment dans les aires de grégation du criquet pèlerin. La plante, outre sa toxicité pour l'homme et les animaux domestiques, présente deux particularités :  
 – elle est appétée par le criquet pèlerin contrairement à d'autres plantes toxiques qui exercent une action répulsive vis-à-vis des insectes (Ammar *et al.*, 1997) ;  
 – le feuillage est présent toute l'année. Sa toxicité vis-à-vis des larves et des imagos aura une action directe sur l'importance des populations acridiennes et par conséquent une action indirecte sur le phénomène de grégation chez *Schistocerca gregaria*.

L'application de mélanges de saponinés, dotées de propriétés insecticides et extraites de plantes comme *Medicago* sp. ou de certaines plantes médicinales comme le ginseng, a été signalée par Tava et Odoardi (1996). Dans cette optique, l'utilisation de préparations à base de feuilles de *Cestrum parqui* pourrait être valorisée. Elles pourraient trouver une utilisation, du moins localement, dans la lutte préventive contre les individus jeunes encore incapables de voler et qui se déplacent sur le sol par bandes plus ou moins grandes. Néanmoins, au préalable, il sera nécessaire d'affiner les connaissances sur les propriétés fonctionnelles de cette plante puis d'en déterminer les modalités d'applications dans le respect des écosystèmes et de la santé de l'homme.

## Bibliographie

- Ahmad V., Baqai F., Ahmad R. (1993). A tigenin pentasaccharide from *Cestrum diurnum*. *Phytochemistry* **34**, p. 511–515.
- Ammar M., Barbouche N., Ben Hamouda M. (1995). Action des extraits décomposés des feuilles de *Cestrum parqui* et de *Olea europea* sur la longévité et la croissance du criquet *Schistocerca gregaria*. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* **60/3a**, p. 831–835.
- Ammar M., Barbouche N., Ben Hamouda M. (1997). Cuticle alteration and death of *Schistocerca gregaria* by difficulty in moulting under food effect of *Cestrum parqui* and *Olea europea*. In *Sixth Arab Congress of Plant Protection October 27–31, 1997 Beirut, Lebanon*. Beirut, Lebanon: Arab Society for Plant Protection, p.110.
- Australian Plague Locust Commission (2000). [http://www.affa.gov.au/aplc/aboutresearchfiles/metane\\_wsletter2.htm](http://www.affa.gov.au/aplc/aboutresearchfiles/metane_wsletter2.htm) . Consultation 05/09/2000.

- Backhouse N., Delporte R., Negrete P., Pinto A., Aravena S., Cassels B. (1996) Antiinflammatory and antipyretic activities of *Cuscuta chilensis*, *Cestrum parqui* and *Psoralea glandulosa*. *Int. J. Pharmacognosy* **34**, p. 53–57.
- Boughdad A., Khan C., Sy A. (1999). *Effect of some pesticides on desert locust: new trends in desert locust control*. <http://www.chemsoc.org/chempest/html/3A-0018.html>. Consultation le 25/01/2000.
- El-Emam M., El-Amin S., Ahmed W. (1990). Molluscidal properties of the plants *Cestrum parqui* (Fam. Solanaceae) and *Hedera canariensis* (Fam. Araliaceae). *Egypt. J. Bilharziosis* **12**, p. 185–195.
- Ernest E. (1988). *Arbres, Arbustes et Arbrisseaux*. Alger : OPU, 126 p.
- Frohne D., Pfänder H. (1983). *A colour atlas of poisonous plants*. Passau, Germany: Wolfe, 150 p.
- Halim A., Collins R., Berigari M. (1971). Alkaloids produced by *Cestrum nocturnum* and *Cestrum diurnum*. *Planta Medica* **20**, p. 44–49.
- Haraguchi M., Motidome M., Morita H., Takeya K., Itookawa H., Mimaki Y., Sashida Y. (1999). New polyhydroxylated steroidal sapogenin and saponin from the leaves of *Cestrum sendtnerianum*. *Chem. Pharm. Bull.* **47**, p. 582–584.
- Kereselidze E., Pkheidze T., Kemertelidze E. (1970). Steroid sapogenin of *Cestrum elegans* and *Cestrum parqui*. *Chem. Nat. Comp.* **6**, p. 388.
- Kudo K., Kelly W., Oelrichs P. (1985). Experimental poisoning of mice and sheep with *Cestrum parqui*. *Proceedings of the Australia-USA poisonous plants symposium, Brisbane Australia*, p. 533–540.
- Lazo W., Bravo H. (1993). Action antimicrobiana de algunas planta de uso medicinal en Chile. *Bol. Micol.* **8**, p. 43–44.
- Lecoq M. (1991). Le criquet pèlerin : enseignement de la dernière invasion et perspectives offertes par la biomodélisation, la lutte anti-acridienne.
- Linton Y., Nisbet A., Mordue A. (1997). The effect of azadirachtin on the testes of the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forsk.). *J. Insect Physiol.* **43**, p. 1077–1084.
- Lopez T., Spinelli R., Villar J. (1978). Efectos de la dosificación de *Cestrum parqui* L'Hérit. en ovinos y bovinos. *Gac. Vet.* **40**, p. 642–650.
- Lopez T., Keeler RF., Sharma RP., Shupe JL. (1984). Toxic principles of *Cestrum parqui*. *Veterinaria-Argentina* **1**, p. 966–967.
- McKenzie R., Dowling R., Armstrong T. (1988). Plants that kill cattle by severe liver damage. *Queensland Agric. J.* **114**, p. 229–231.
- McLennan M., Kelly W. (1984). *Cestrum parqui* (green cestrum) poisoning in cattle. *Aust. Vet. J.* **61**, p. 289–291.
- McNiven R., Guajardo G., Raggi L., Luis A. (1993). Intoxicación por palqui (*Cestrum parqui* L'Hérit.) en camelidos domesticos mantenidos en el secano de la zona central de Chile. *Av. Cienc. Vet.* **8**, p. 66–68.
- Mordue A., Blackwell A. (1993). Azadirachtin: an update. *J. Insect Physiol.* **39**, p. 903–924.
- Ohana P., Delmer DP., Carlson RW., Glushka J., Azadi P., Bacic T., Benziman M. (1998a). Identification of novel triterpenoid saponin from *Pisum sativum* as specific inhibitor of the diguanylate cyclase of *Acetobacter xylinum*. *Plant Cell Physiol.* **39**, p. 144–152.
- Ohana P., Delmer D., Volman G., Benziman M. (1998b). Glycosylated triterpenoid saponin: a specific inhibitor of diguanylate cyclase from *Acetobacter xylinum*, biological activity and distribution. *Plant. Cell Physiol.* **39**, p. 153–159.
- Pearce C., Skelton N., Naylor S., Kanaan R., Kelland J., Oelrich P., Sanders J., Williams D. (1992). Parquin and carboxyparquin, toxic kaurene glycosides from the shrub *Cestrum parqui*. *J. Chem. Soc. Perkin Trans.* **1**, p. 593–600.
- Riaz M., Chaudhary F. (1993). Chemistry of the medicinal plants of the genus *Cestrum* (Family Solanaceae). *Hamdard-Medicus* **36**, p. 128–134.
- Riet-Correa F., Schild A., Mendez M., Pinheiro M., Del Carmen Mendez M. (1986). Intoxicacao por *Cestrum parqui* (Solanaceae) em bovinos no Rio Grande Do Sul. *Pesqui. Vet. Bras.* **6**, p. 111–115.
- Tava A., Odoardi M. (1996). Saponins from *Medicago* sp.: chemical characterization and biological activity against insect. In Waller GR., Yamasaki K. (eds), *Saponins used in food and agriculture*. New-York: Plenum Press, p. 97–109
- Volkonsky M. (1937). Sur l'action acridifuge des extraits de feuilles de *Melia azaderach*. *Arch. Inst. Pasteur Algérie* **15**, p. 427–432.
- Wilps H., Kirkilionis E., Muschenich K. (1992). The effects of neem oil and azadirachtin on mortality, flies activity, and energy metabolism of *S. gregaria* Forsk. A comparison between laboratory and field locusts. *Comp. Biochem. Physiol.* **102**, p. 67–71.
- World Resources Institute (1997). < <http://www.wri.org/sustag/lba-04b.html> > Consultation le 25/01/2000
- Yaggeddu C., Cid M., Lopez T. (1998). Microhistological analysis of sheep gastrointestinal content to confirm poisonous plant ingestion. *J. Range Manage.* **51**, p. 655–660.