

## Article original / Original article

# Distribution des alcaloïdes dans les parties aériennes de *Retama monosperma* (L.) Boiss. du Maroc

## *Distribution of alkaloids in the aerial parts of Retama monosperma* (L.) Boiss. in Morocco

Rabiaa Fdil\*, Nawal El Hamdani, Abdellatif El Kihel, Khadija Sraidi

Laboratoire de Chimie Bioorganique, Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université Chouaib Doukkali, El Jadida, Maroc

**Résumé – Introduction :** *Retama monosperma* (L.) Boiss. fait partie de la famille des Fabaceae. C'est une espèce très utilisée en médecine populaire marocaine, certaines de ses propriétés biologiques et pharmacologiques ont été scientifiquement prouvées et sont probablement liées à la présence d'alcaloïdes. **Matériels et méthodes :** Les parties aériennes (tiges, feuilles, graines) d'un spécimen sauvage ont été récoltées dans la commune de Haouzia (El Jadida, Maroc). Les alcaloïdes ont été extraits de chaque partie de la plante par du méthanol puis analysés par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. **Résultats :** Le contenu en alcaloïdes varie d'un organe à l'autre. Treize alcaloïdes connus ont été identifiés. La cytosine, la spartéine, l'ammodendrine et l'anagyrene sont les composés majoritaires. Le profil chimique des tiges est qualitativement très proche de celui des feuilles. Les graines ne montrent pas la même diversité en terme de structures chimiques. **Conclusion :** Les profils métaboliques trouvés pour les trois parties de la plante d'origine marocaine diffèrent largement de ceux reportés dans la littérature pour les espèces *Retama*.

**Mots clés :** *Retama monosperma* (L.) Boiss., alcaloïdes, cytosine, spartéine, CPG-SM

**Abstract – Introduction:** *Retama monosperma* (L.) Boiss. is a member of the family Fabaceae. This species is widely used in Moroccan folk medicine; some of its biological and pharmacological properties have been proven by several authors and are probably related to the presence of alkaloids. **Materials and methods:** The aerial parts (stems, leaves, seeds) of a wild specimen were collected in the municipality of Haouzia (El Jadida, Morocco). The alkaloids were extracted from each part of the plant with methanol and then analyzed by gas chromatography-mass spectrometry. **Results and discussion:** The alkaloid content varies from one organ to another. Thirteen known alkaloids were identified. Cytosine, sparteine, ammodendrine and anagyrene are the major compounds. The chemical profile of stems is qualitatively very similar to that of leaves. The seeds do not show the same diversity in terms of chemical structure. **Conclusion:** The metabolic profiles found for the three plant parts of Moroccan origin differ widely from those reported in the literature for the species *Retama*.

**Key words:** *Retama monosperma* (L.) Boiss., alkaloids, cytosine, sparteine, GC-MS

Reçu le 24 mai 2012, accepté après modifications le 31 août 2012  
Publication en ligne le 12 décembre 2012

## 1 Introduction

Le genre *Retama* fait partie de la famille des Fabaceae (500 genres et 1000 espèces) qui se caractérise par une production importante d'alcaloïdes [1].

Les espèces du genre *Retama* poussent spontanément au sud de l'Europe et sur le pourtour du bassin méditerranéen : Maroc, Algérie, Égypte, Espagne (Andalousie), Portugal, Italie, et dans le désert sud asiatique [2–5]. *Retama*

*monosperma* (L.) Boiss. est bien un représentant de ce genre. C'est une fabacée ligneuse, arbustive qui colonise les sables dunaires. Elle est aussi connue pour ses fleurs ornementales et son rôle dans la fixation des dunes. Au Maroc, elle est commune dans les vallées, les régions sableuses des hauts plateaux et sur les versants des zones internes du grand Atlas, là où le climat est semi-aride [5, 6].

En médecine traditionnelle marocaine, les espèces *Retama monosperma* (L.) Boiss. et *Retama raetam* (Forsk.) Webb. de nom local « *Rtem* » sont utilisées comme vomitif, purgatif,

\* Correspondance : Rabiaa Fdil, [fdilrabia@yahoo.fr](mailto:fdilrabia@yahoo.fr)

vermifuge, cicatrisant, vulnérable, sédatif [3], antihelminthique et antiseptique [6]. L'espèce voisine *Retama raetam* (Forsk.) Webb., qui pousse au Maroc dans les régions désertiques (Tafilalt) et le Moyen Atlas est essentiellement recommandée par les guérisseurs traditionnels [7, 8] comme antidiabétique. En outre, il a été rapporté que ces espèces possèdent divers effets pharmacologiques associés entre autres à la présence des quinolizidines : effets hypoglycémique, diurétique [9–11], cytotoxique [12–16], antihypertenseur [17], antibactérien [18–20], antifongique, antiviral [18, 21, 22] et antioxydant [19, 22].

Très récemment, l'activité allélopathique de *Retama raetam* (Forsk.) Webb. a été aussi mise en évidence, évoquant ainsi une potentielle utilisation pour le développement d'herbicides respectueux de l'environnement [23].

La toxicité des espèces du genre *Retama* est également connue depuis longtemps par la population marocaine. Des intoxications humaines ont été observées lors de l'emploi de *Retama monosperma* (L.) Boiss. [3] et *Retama raetam* (Forsk.) Webb. [24] par voie interne, comme abortif. Bellakhdar [3] rapporte par ailleurs que les rétames ont été aussi utilisées, au Sahara, pour empoisonner les puits, pendant la guerre des tribus. Chez les animaux, la toxicité se manifeste, suite à une ingestion excessive, par une rétention urinaire grave et par des avortements ; ces propriétés sont principalement attribuées aux alcaloïdes quinolizidiniques qui caractérisent la famille des Fabaceae en général et le genre *Retama* en particulier [3].

Dans la littérature, les alcaloïdes des espèces du genre *Retama* de différentes origines ont été largement décrits : *R. sphaerocarpa* [5, 25–28], *R. raetam* [28–31], *R. monosperma* [5, 28, 32, 33]. Pour l'espèce *Retama monosperma* (L.) Boiss., originaire du Maroc, relativement peu d'études récentes ont été entreprises sur ses alcaloïdes [16, 34, 35]. Les résultats de ces recherches font apparaître des différences quantitatives notables, mais aussi des différences qualitatives essentiellement dues à la présence ou l'absence d'un alcaloïde ou d'un autre.

Dans ce rapport, nous décrivons la distribution des alcaloïdes dans les feuilles, les tiges et les graines de cette plante endémique du Maroc.

## 2 Matériel et méthodes

### 2.1 Matériel végétal

Les échantillons de *Retama monosperma* (L.) Boiss. ont été récoltés sur le site de Haouzia (Province d'El Jadida, Maroc) à partir d'un même spécimen adulte et à la même période (fin avril 2011). Au mois d'avril, ces spécimens adultes ont des graines. La plante a été identifiée par le professeur M. Fennane de l'Institut Scientifique de Rabat. Des échantillons de la partie aérienne ont été déposés dans l'herbier du département de botanique de cet institut sous la référence RAB 77816. Les trois organes de la partie aérienne (tiges, feuilles et graines) ont été séchés plus de trois semaines à l'ombre avant l'extraction.

### 2.2 Extraction des alcaloïdes

100 g de chacune des différentes parties séchées et finement broyées ont été extraits trois fois à température ambiante avec du méthanol à 98 %. Après filtration, les extraits méthanoliques ont été combinés puis concentrés à sec sous pression réduite. Le résidu restant a été acidifié par l'acide chlorhydrique à 5 %, puis filtré (Whatman n° 4). La solution aqueuse acide a été ensuite rendue basique avec l'hydroxyde d'ammonium à 25 % puis extraite trois fois avec du dichlorométhane. La phase organique a été séchée sur sulfate de sodium anhydre, filtrée à nouveau et enfin concentrée sous vide. Ce traitement acido-basique a été répété trois fois pour donner un extrait d'alcaloïdes brun foncé semi solide. La détermination quantitative des alcaloïdes a été faite par gravimétrie [35].

### 2.3 Analyses CPG/SM

L'analyse a été conduite sur un chromatographe Varian CP-3800 couplé à un spectromètre de masse saturn 2200 MS/MS, équipé d'un échantillonneur automatique CTC Analytics Combipal. La séparation est réalisée sur une colonne capillaire de type 5 % méthyl-phényl siloxane HP-1MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm) alimentée en hélium comme gaz vecteur. L'injecteur fonctionnant en mode sans division (splitless), est fixé à une température isotherme de 270 °C. L'élution des alcaloïdes est assurée au moyen d'un programme de température de 35 minutes (T initiale 60 °C (2 min), rampe de 15 °C/min, T finale 280 °C (5 min)). L'acquisition en spectrométrie de masse est réalisée en mode impact électronique (70 eV) couvrant une gamme de masse de 35–500 uma. Les températures de la trappe et de la ligne de transfert sont respectivement de 180 °C et 280 °C. L'identification de ces alcaloïdes est effectuée en se basant sur l'interprétation des spectres de masses correspondants et en les comparant avec les données rapportées dans la littérature ainsi qu'avec les spectres de la librairie NIST.

## 3 Résultats

Les alcaloïdes de type quinolizidine dérivent biogénétiquement de la lysine ; ils sont caractéristiques des métabolites secondaires de la famille des Fabacées [36]. Le genre *Retama* est connu pour produire ce type d'alcaloïdes [27, 28, 33].

Les alcaloïdes extraits des trois parties (tiges, feuilles et graines) de *Retama monosperma* (L.) Boiss. ont été analysés par CPG/SM. Le tableau I montre la répartition de ces alcaloïdes dans les trois extraits étudiés. Les rendements en alcaloïdes varient nettement d'un organe à l'autre. Le rendement des feuilles est le plus élevé (1,5 %). Les graines et les tiges présentent des rendements sensiblement plus faibles, respectivement 0,75 % et 0,31 %.

Douze alcaloïdes quinolizidiniques connus et un alcaloïde dipipéridinique également connu ont été identifiés sans ambiguïté, par comparaison de leurs spectres de masse avec ceux reportés dans la littérature. La répartition de ces alcaloïdes varie remarquablement d'un organe à l'autre.

À l'exception de la β-isosparteïne identifiée seulement au niveau des feuilles, et de 11,12-déhydrolupanine identifié à

**Tableau I.** Distribution et rendements des alcaloïdes dans les trois extraits de *Retama monosperma* (L.) Boiss. de Haouzia (Maroc).

Alcaloïdes	$T_R^{(a)}$ (min)	Tiges (%)	Feuilles (%)	Graines (%)
Spartéine	23,80	28,87	27,93	tr
Déhydrosparteine	24,45	9,40	0,7	–
$\beta$ -Isospartéine	25,00	–	12,62	–
Ammodendrine	25,99	24,36	10	–
N-Méthylcytisine	26,20	7,93	4,89	13,11
Déhydrocytisine	26,58	–	–	9,37
Cytisine	26,65	3,23	6,02	77,58
17-Oxospartéine	27,15	1,61	5,45	–
Isolupanine	27,65	5,25	7,74	–
5,6-Déhydrolupanine	28,00	7,05	5,73	tr
11,12-Déhydrolupanine	29,80	tr	–	–
Anagyryne	30,10	12,33	18,93	–
Thermopsine	30,20	–	–	tr
Contenu en alcaloïdes (g/100 g) <sup>(b)</sup>		0,31	1,5	0,75

(a) : temps de rétention ; (b) : g/100 g en poids de matière sèche ; tr : traces.

l'état de traces dans les tiges, le profil chimique des tiges est qualitativement très proche et aussi diversifié que celui des feuilles. En effet, les alcaloïdes quinolizidiniques sont synthétisés principalement dans les feuilles, leur profil à partir de cet organe montre habituellement la plus grande diversité en terme de structures présentes [37]. Ainsi, dans les feuilles, dix alcaloïdes ont été identifiés, la spartéine est le constituant principal (27,93 %) suivi par l'anagyryne (18,93 %) et la  $\beta$ -isosparteine (12,62 %). Dans les tiges, la spartéine est aussi le composé majoritaire (28,87 %), associée à l'ammodendrine (24,36 %) et à l'anagyryne (12,33 %).

Contrairement aux feuilles et aux tiges, les graines ne montrent pas la même diversité en terme de structures chimiques : la cytisine (77,58 %) est le principal alcaloïde, suivie par la méthylcytisine (13,11 %) et la déhydrocytisine (9,37 %). La spartéine, la 5,6-déhydrolupanine et la thermopsine sont présentes seulement à l'état de traces.

## 4 Discussion

Les recherches documentaires que nous avons effectuées ne donnent aucune information sur les alcaloïdes dans les tiges et les graines de *Retama monosperma* (L.) Boiss. du Maroc. Par conséquent, il apparaît que les résultats présentés dans cette étude montrent, pour la première fois, le profil alcaloïdique dans les trois parties de l'espèce marocaine.

Les études récentes sur les alcaloïdes des feuilles de *Retama monosperma* (L.) Boiss. d'origine marocaine ont mis en évidence la présence de dix constituants : spartéine, N-méthylcytisine, 17-oxospartéine, lupanine, anagyryne [16, 33],  $\alpha$ -isosparteine,  $\beta$ -isosparteine, ammodendrine, cytisine et 5,6-déhydrolupanine [33]. Dans ce travail, seulement huit de ces alcaloïdes (tableau I) ont été retrouvés dans

les feuilles de *Retama monosperma* (L.) Boiss. L'anagyryne constitue seulement 18,93 % du contenu total en alcaloïdes contre 39,63 % selon Benbacer et coll. [16]. La lupanine et l' $\alpha$ -isosparteine n'ont pas été détectés dans nos échantillons. Cependant, la déhydrosparteine (0,7 %) et l'isolupanine (7,74 %) sont identifiées pour la première fois dans cet organe de *Retama monosperma* (L.) Boiss.

Pour les tiges, il apparaît que le profil chimique trouvé dans ce travail (tableau I) diffère considérablement de ceux décrits dans la littérature par El-Shazly et coll. [28] : les tiges de *Retama monosperma* (L.) Boiss. d'origine portugaise contiennent vingt-sept alcaloïdes et sont plus riches en anagyryne (32,06 %), l'extrait alcaloïdique des tiges de *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss. également originaire du Portugal est très largement dominé par la rétamine (37,20 %) alors que les tiges de *Retama raetam* (Forsk.) Webb. en provenance d'Égypte présentent un fort pourcentage en spartéine (35,65 %). Enfin, il semblerait que la rétamine et la lupanine reportées par ces mêmes auteurs, à des teneurs appréciables, respectivement 1,50 % et 4,24 %, dans les tiges de *Retama monosperma* (L.) Boiss. sont totalement absentes des tiges de notre plante.

La composition chimique trouvée pour les graines présente quelques similitudes avec celle signalée dans la littérature pour *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss. originaire du Portugal, en particulier la présence ultra-majoritaire de la cytisine (94,37 %), suivie par la méthylcytisine (5,63 %) [28]. Tout au plus, pourrions-nous signaler que les graines de *Retama monosperma* (L.) Boiss. sont moins riches en cytisine (77,58 %) mais leur contenu en méthylcytisine (13,11 %) est beaucoup plus important (tableau I). Par ailleurs, il est important de souligner que la déhydrocytisine (9,37 %) et la thermopsine identifiée à l'état de traces dans cette partie du végétal n'ont pas été signalées dans les graines de *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss. [28]. Enfin, la présence de ce dernier alcaloïde (thermopsine) jugée douteuse par ces mêmes auteurs a été aussi reportée en 1971 par Morales Mendez et coll. dans les écorces de *Retama monosperma* (L.) Boiss. [32].

## 5 Conclusion

Les alcaloïdes présents dans l'espèce *Retama monosperma* (L.) Boiss. d'origine marocaine ont été peu étudiés. Ce travail a été entrepris afin de participer à une meilleure connaissance de la composition chimique en alcaloïdes de cette espèce et de pouvoir la situer par rapport à celles décrites dans d'autres pays du pourtour méditerranéen. De notre étude, il ressort que les teneurs et les profils métaboliques varient en fonction de la partie de la plante. Contrairement aux graines, les compositions chimiques des feuilles et des tiges de *Retama monosperma* de Haouzia sont qualitativement très voisines. Quel que soit l'organe analysé, les teneurs et les profils chimiques trouvés diffèrent largement de ceux des échantillons du genre *Retama* d'origine marocaine, portugaise ou égyptienne qui ont fait l'objet d'études.

**Conflits d'intérêts.** Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts.

## Références

- Mahnane W. Appréciation de la diversité génétique du genre *Rétama* par les marqueurs biochimiques. Mémoire de magistère, 2009 : 1–3.
- Quezel P, Santa S. Nouvelle Flore de L'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome I, Éd. CNRS, Paris, 1962.
- Bellakhdar J. La pharmacopée marocaine traditionnelle (médecine arabe ancienne et savoirs populaires). Éd. Ibis Press, 1997.
- Heywood VH. Les plantes à fleurs, Éd. Nathan, Paris, 1996.
- Unesco. Recherches sur la zone aride – XIII – Les plantes médicinales des régions arides. Document consulté sur le site [unesdoc.unesco.org/images/0006/000681/068198fo.pdf](http://unesdoc.unesco.org/images/0006/000681/068198fo.pdf) le 10 mai 2012.
- Benrahmoune IZ. Invitation à l'Amour des plantes – Réserve biologique de Sidi-Boughaba. Éd. Scriptr, 2003.
- Eddouks M, Maghrani M, Lemhadri A, Ouahidi ML, Jouad H. Ethnopharmacological survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes mellitus, hypertension and cardiac diseases in the south-east region of Morocco (Tafilalet). *J Ethnopharmacol.* 2002; 82: 97–103.
- Singh S, Gupta SK, Sabir G, Gupta MK, Seth P. A database for anti-diabetic plants with clinical/experimental trials. *Bioinformation.* 2009; 4(6): 263–268. In: Oraib SN and Ahmad SA. The most important medicinal plants in Wadi Araba desert in South West Jordan: *Adv Environ Biol.* 2011; 5(2): 418–425.
- Maghrani M, Michel JB, Eddouks M. Hypoglycaemic activity of *Retama raetam* in rats. *Phytother Res.* 2005a; 19: 125–128.
- Maghrani M, Zeggwagh NA, Haloui M, Eddouks M. Acute diuretic effect of aqueous extract of *Retama raetam* in normal rats. *J Ethnopharmacol.* 2005b; 99: 1331–1335.
- Brukwicki T, Włodarczak J, Wysocka W. The spatial structure of 13a-hydroxy-2- thionosparteine – a potential hypoglycemic agent - and some related compounds. 2009; *J Mol Struct.* 928: 189–194.
- López-Lázaro M, Martin Cordero C, Cortes F, Pinero J, Ayuso MJ. Cytotoxic activity of flavonoids and extracts from *Retama sphaerocarpa* Boissier. *Z Naturforsch C.* 2000; 55: 40–43.
- Conforti F, Statti G, Tundis R, Loizzo MR, Bonesi M, Menichini F, Houghton PJ. Antioxidant and cytotoxic activities of *Retama raetam* subsp. *Gussonei*. *Phytother Res.* 2004; 18: 585–587.
- Hayet E, Samia A, Patrick G, Ali MM, Maha M, Laurent G, Mighri Z, Mahjoub L. Antimicrobial and cytotoxic activity of *Marrubium alysson* and *Retama raetam* grown in Tunisia. *Pakistan J Biol Sci.* 2007; 10: 1759–1762.
- Merghoub N, Benbacer L, Amzazi S, Morjani H, El Mzibri M. Cytotoxic effect of some Moroccan medicinal plant extracts on human cervical cell lines. *J Med Plants Res.* 2009; 3(12): 1045–1050.
- Benbacer L, Merghoub N, El Btaouri H, Gmouh S, Attaleb M, Morjani H, Amzazi S, El Mzibri M. Antiproliferative Effect and Induction of Apoptosis by *Inula viscosa* L. and *Retama monosperma* L. Extracts in Human Cervical Cancer Cells. In: *Topics on Cervical Cancer With an Advocacy for Prevention.* Ed. Rajamanickam Rajkumar: InTech 2012: 267–284.
- Eddouks M, Maghrani M, Louedec L, Haloui M, Michel JB. Antihypertensive activity of the aqueous extract of *Retama raetam* Forssk. leaves in spontaneously hypertensive rats. *J Herb Pharmacother.* 2007; 7: 65–77.
- Hayet E, Maha M, Samia A, Mata M, Gros P, Raida H, Ali MM, Mohamed AS, Gutmann L, Mighri Z, Mahjoub A. Antimicrobial, antioxidant, and antiviral activities of *Retama raetam* (Forssk.) Webb flowers growing in Tunisia. *World J Microbiol Biotechnol.* 2008; 24: 2933–2940.
- Edziri H, Mastouri M, Cheraif I, Aouni M. Chemical composition and antibacterial, antifungal and antioxidant activities of the flower oil of *Retama raetam* (Forssk.) Webb from Tunisia. *Nat Prod Res.* 2010; 24: 789–796.
- Awen BZS, Unnithan CR, Ravi S, Kermagy A, Sasikumar JM, Khrbash AS, Ekreem WL. Essential oils of *Retama raetam* from Libya: chemical composition and antimicrobial activity. *Nat Prod Res.* 2011; 25(9): 927–933.
- Ding PL, Huang H, Zhou P, Chen DF. Quinolizidine alkaloids with anti-HBV activity from *Sophora tonkinensis*. *Planta Med.* 2006; 72: 854–856.
- Koriem KM, Farrag AR, Badawy MA, El-Toumy SA. Role of some Egyptian medicinal plants against liver and kidney toxicity induced by cadmium chloride. 2009; 19(8): 524–534. In Nawash OS, Al-Horani AS. The most important medicinal plants in Wadi Araba desert in South West Jordan: *Adv Environ Biol.* 2011; 5(2): 418–425.
- Mitra S, Sharma PK, Singh AK, Garg VK, Mondal SCh. Herbal drugs used as diuretics. *Pharma science monitor, an international journal of pharmaceutical sciences.* On line published 2011; 1349-1358. Document consulté sur le site [www.pharmasm.com](http://www.pharmasm.com) le 11 mai 2012.
- El Bahri L, Djegham M, Bellil H. *Retama raetam* W: a poisonous plant of North Africa. *Vet Hum Toxicol.* 1999; 41(1): 33–35.
- Balandrin MF, Robbins EF, Kinghorn AD. Alkaloids of Papilionoideae. *Biochem Syst Ecol.* 1982; 10: 307–311.
- Cordero MC, Gil Serrano AM, Ayuso Gonzalez MJ. Transfer of bipiperidyl and quinolizidine alkaloids to *Viscum cruciatum* Sieber (Loranthaceae) hemiparasitic on *Retama sphaerocarpa* Boissier (Leguminosae) *J Chem Ecol.* 1993; 19(10): 2389–2393.
- Cordero MC, Gil Serrano AM, Ayuso Gonzalez MJ. Variations of alkaloids from *Retama sphaerocarpa* Boissier. *Plant Med Phytother.* 1991; 25: 157–160.
- El Shazly A, Ateyaa AM, Witte L. Quinolizidine alkaloid profiles of *Retama raetam*, *R. sphaerocarpa* and *R. monosperma*. *Z Naturforsch C.* 1996; 51: 301–308.
- Ahmed ZF, Rizk AM, Hammouda FM. Egyptian medicinal flora, (Kaczmarek F. ed.: Inst. Przem. Zielarskiego, Poznan, Pol.), pp. Meeting 1970; 20-23. In: El Shazly A, Ateyaa AM, Witte L. Quinolizidine alkaloid profiles of *Retama raetam*, *R. sphaerocarpa* and *R. monosperma*. *Z Naturforsch C.* 1996; 51: 301–308.
- Abdel-Halim OB, Sekine T, Saito K, Halim AF, Abdelfattah H, Murakoshi I. (+)-12 $\alpha$ -Hydroxylupanine, a lupine alkaloid from *Lygos raetam*. *Phytochem.* 1992; 31: 3251–3253.
- Abdel-Halim OB. (-)-6 $\alpha$ -Hydroxylupanine, a lupine alkaloid from *Lygos raetam* var. *sarcocarpa*. *Phytochem.* 1995; 40: 1323–1325.
- Morales Mendez A, Gonzalez Gonzalez A, Diaz Rodriguez F. Alkaloids from the bark of *retama monosperma*. *Rev Fac Farm. Univ. Los Andes.* 1971; 8: 77-87. In El Shazly A, Ateyaa AM, Witte L. Quinolizidine alkaloid profiles of *Retama raetam*, *R. sphaerocarpa* and *R. monosperma*. *Z Naturforsch C.* 1996; 51: 301–308.

33. Touati D, Allain P, Pellecuer J, Fkih-tetouani S, Agoumi A. Alkaloids from *Retama monosperma* ssp. *Eumonosperma*. *Fitoterapia*. 1996; 67(1): 49–52.
34. Vásquez G, Ribas-Marques I. Alcaloïdes de Papilionaceas. XXVII I : Alcaloïdes de la *Genista monosperma* Lam. (*Retama monosperma*), XXVIII Congreso intern. de Quim. ind. 1955. In Unesco. Recherches sur la zone aride – XIII – Les plantes médicinales des régions arides, document consulté sur le site [unesdoc.unesco.org/images/0006/000681/068198fo.pdf](http://unesdoc.unesco.org/images/0006/000681/068198fo.pdf) le 10 mai 2012.
35. Bruneton J. Généralités. In: Bruneton J Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. 2<sup>e</sup> édition. Paris : Tec & doc-Lavoisier 1993 : 627–642.
36. Bruneton J. Alcaloïdes dérivés de l'ornithine et de la lysine. In: Bruneton J Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. 2<sup>e</sup> édition. Paris : Tec & doc-Lavoisier 1993 : 643–646.
37. Planchuelo-Ravelo A, Witte L, Wink L. Quinolizidine alkaloid profiles of South American Lupins: *Lupinus linearis* and *Lupinus gibertianis* Complex. *Z Naturforsch C*. 1993; 48: 702–706.