

## Article original

### Pharmacognosie

# Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* provenant de la région de Biskra (Algérie)

L. Bezza<sup>1</sup>, A. Mannarino<sup>1</sup>, K. Fattarsi<sup>1</sup>, C. Mikail<sup>1</sup>, L. Abou<sup>1</sup>, F. Hadji-Minaglou<sup>2</sup>, J. Kaloustian<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de chimie analytique, qualilogie, nutrition, faculté de pharmacie, université de la Méditerranée, 27, boulevard Jean-Moulin, F-13385 Marseille, cedex 05, France

<sup>2</sup>Pharmacie des 4-Chemins, F-06000 Grasse, France

Correspondance : leila.bezza@gmail.com

**Résumé :** L'huile essentielle (HE) d'*Artemisia herba-alba* Asso (Asteraceae), obtenue par entraînement à la vapeur des sommités, a été étudiée par CPG-FID et CPG-SM. La détermination de l'HE correspond à 0,95 ml pour 100 g de matière sèche. Quarante-six composés correspondant à 92,61 % ont été identifiés. L'HE contient en majorité de l'acétate de cis-chrysanthényle (25,12 %), du 2E,3Z-2-éthylidène-6-méthyl-3,5-heptadiène (8,39 %), de l' $\alpha$ -thujone (7,85 %), de l'acétate de myrtényle (7,39 %), de la verbénone (7,19 %), de la chrysanthénone (4,98 %). La composition chimique est très spécifique pour cette plante algérienne.

**Mots clés :** *Artemisia herba-alba* – Armoise blanche – Composition de l'huile essentielle – Acétate de cis-chrysanthényle – Chémotype

## Chemical composition of the essential oil of *Artemisia herba-alba* issued from the district of Biskra (Algeria)

**Abstract:** *Artemisia herba-alba* Asso (Asteraceae) essential oil (EO), obtained by hydrodistillation from aerial parts, and was investigated using GC-FID and GC-MS techniques. The EO yield, based on dry weight, was 0.95% (v/w). Forty six components corresponding to 92.61% of the oil were identified. The EO contained in majority: cis-chrysanthenyl acetate (25.12%); (2E,3Z) 3,5-heptadienal-2-ethylidene-6-methyl (8.39%);  $\alpha$ -thujone (7.85%); myrtenyl acetate (7.39%); verbenone (7.19%), chrysanthenone (4.98%). Chemical composition was very specific for this Algerian plant.

**Keywords:** *Artemisia herba-alba* – Desert wormwood – Essential oil composition – Cis-chrysanthenyl acetate – Chémotype

## Introduction

L'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso), connue sous le nom d'absinthe du désert (en arabe : *Shih*) (Fig. 1) est une plante steppique poussant dans les terres arides ou semi-arides de l'Afrique du Nord, au Moyen-Orient ainsi qu'en Espagne [5,15,31,38,36]. C'est un sous-arbrisseau buissonnant de 30 à 80 cm de haut, d'aspect sec et blanchâtre, avec des feuilles divisées en languettes fines, blanches et laineuses, et des fleurs groupées en grappes, à capitules très petites et ovoïdes de 1,5 à 3 mm de diamètre, de couleur jaune à rougeâtre.

Elle a été utilisée, tout d'abord, comme aromatisant dans le thé et le café, puis elle est devenue une panacée dans la médecine traditionnelle arabo-musulmane [1,9,12,14,29]. Traditionnellement utilisée pour traiter les désordres gastriques ainsi que pour son activité antihelminthique, elle présente aussi un caractère vermifuge très prisé pour le bétail [28] et



Fig. 1. L'armoise blanche de la région de Biskra

pour les nomades du désert [10]. Des études ethnopharmacologiques ont montré l'intérêt de l'armoise blanche contre le diabète, grâce à son activité hypoglycémiant, ainsi que contre l'hypertension, mais également la présence d'activité emménagogue [6,7,8,24,35]. Les extraits aqueux d'armoise blanche montrent des activités antileishmaniose, antigénotoxiques, antidiabétiques, antibactériennes et antispasmodiques [11,22,27,37]. L'huile essentielle (HE) présente quelques activités antimicrobiennes, antifongiques, spasmolytiques et hypoglycémiques [16,18,32,33].

Précédemment, les classes de constituants ont été caractérisées pour l'armoise blanche : flavonoïdes [32,33], sesquiterpènes lactoniques [3,13,25], mono- et sesquiterpènes dans les HE. La caractérisation chimique de l'HE d'armoise blanche, provenant de plusieurs régions du monde, a déjà été étudiée. Deux chémotypes différents ont été répertoriés en Israël et en Égypte [19]. Des études provenant d'Espagne [34] montrent la présence majoritaire de camphre, d'eucalyptol, de *p*-cymène et de davanone. Dans l'armoise de Jordanie [23], l' $\alpha$ -thujone et le  $\beta$ -thujone sont les principaux composés accompagnés par le santolinol. Au Maroc, 16 chémotypes ont été recensés [26] avec en majorité des monoterpènes. En Tunisie [21], dix composés, avec une teneur supérieure à 10 %, ont été relevés. Les principaux composants sont l'eucalyptol, les thujones, la chrysanthénone, le camphre, le bornéol, l'acétate de chrysanthényle, l'acétate de sabinyle, la davanone et les éthers dérivés de la davanone. Pour l'HE d'*Artemisia herba-alba* provenant d'Algérie, on note essentiellement la présence de camphre, d' $\alpha$ - et de  $\beta$ -thujones, d'eucalyptol et de dérivés chrysanthényles [17,36]. Le but de cette étude que nous présentons a été de comparer le profil chromatographique de l'HE d'armoise blanche de la région de Biskra avec les autres chémotypes connus et décrits dans la littérature.

## Matériels et méthodes

L'échantillon analysé a été récolté en octobre 2009 dans les steppes d'armoise blanche de Baniane de la région de Biskra en Algérie. Seules les sommités fleuries ont été distillées. L'HE a été obtenue par entraînement à la vapeur selon la technique conforme à la pharmacopée européenne (Ph Eur XI<sup>e</sup> Ed, 2008) à partir de 27 g de sommités fleuries (500 ml d'eau désionisée, trois heures de distillation). La détermination de l'HE est de 0,95 ml pour 100 g de matière sèche.

L'analyse CPG (chromatographie en phase gazeuse) a été effectuée sur un appareil Shimadzu GC-2010 équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (FID) et muni d'une colonne capillaire apolaire Uptiblond<sup>®</sup> de type UB5P (5 % diméthyl, 95 % biphenyl polysiloxane) de 30 m de longueur, de 0,25 mm de diamètre interne et de 0,25  $\mu$ m d'épaisseur de film. La programmation de température de la colonne commence à 70 °C durant 15 minutes suivie d'une élévation de 2 °C/min jusqu'à 240 °C. La température de l'injecteur est de 240 °C et celle du FID de 250 °C. Le débit du gaz vecteur

(hélium) est de 1,5 ml/min. Le volume d'injection est de 1  $\mu$ l en mode splitless. Une solution de l'HE à environ 40 mg/l dans l'éthanol absolu est injectée. L'estimation des pourcentages des constituants identifiés de l'HE est obtenue par la méthode de normalisation interne des surfaces des pics (Afnor — NF ISO 7609, 1993). L'analyse CPG-SM (spectromètre de masse) a été effectuée sur un appareil Shimadzu GCMS-QP2010S. La température de la source d'ion est de 200 °C et celle de l'interface de 250 °C.

Nous avons utilisé une colonne identique à la précédente dans les mêmes conditions expérimentales. L'identification des composés de l'HE d'armoise blanche a été réalisée, d'une part, grâce à des étalons terpéniques disponibles et, d'autre part, par la librairie NIST<sup>®</sup> pour la CPG-SM.

Nous rappelons que pour l'identification en CPG-FID, il est nécessaire de disposer des étalons afin de comparer les temps de rétentions (TR) de leurs pics à ceux présents dans le chromatogramme de l'échantillon étudié. Aussi, nous avons injecté les étalons en CPG-FID et en CPG-SM et déterminé la corrélation ( $R^2 = 0,999993$ ) entre les TR des pics (Fig. 2) (étalons utilisés par ordre croissant des TR : hexanol,  $\alpha$ -pinène, sabinène,  $\beta$ -pinène,  $\beta$ -myrcène,  $\delta$ -3-carène,  $\alpha$ -terpinène, *p*-cymène, limonène, 1,8-cinéol,  $\gamma$ -terpinène,  $\alpha$ -terpinolène, linalol, camphre, isobornéol, lavandulol, bornéol, 4-terpinéol,  $\alpha$ -terpinéol, acétate de sabinyle, verbénone, décanal, nérol, carvone, acétate de linalyle, acétate de bornyle, carvacrol, acétate de  $\alpha$ -terpényle, eugénol, copaène,  $\alpha$ -cédrene,  $\beta$ -caryophyllène, isoeugénol, salicylate de benzyle). L'identification des composés de l'HE par CPG-SM a été réalisée de la manière suivante : une première comparaison des TR (en minutes) et des spectres de masse (SM), des pics avec ceux des étalons disponibles ; puis l'identification des pics grâce à leur SM par comparaison avec ceux de la librairie NIST<sup>®</sup>, enfin la détermination théorique des TR correspondant en CPG-FID, grâce à l'équation de la droite de corrélation (Fig. 2) suivie de l'identification des pics.

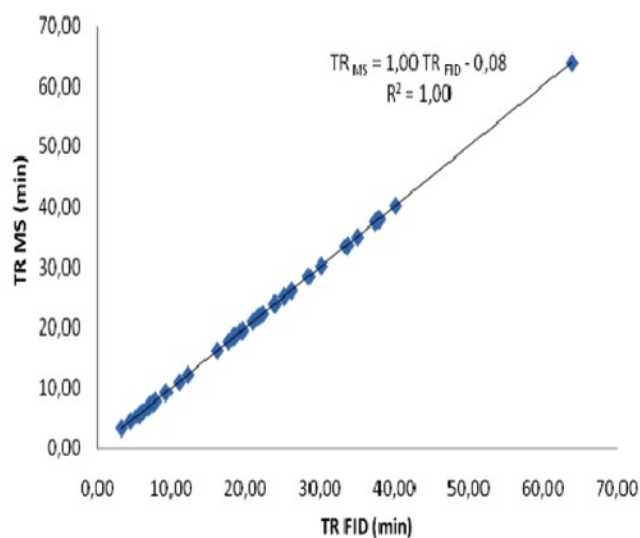


Fig. 2. Corrélation des TR (minutes) des étalons analysés en CPG-SM et en CPG-FID

## Résultats

Un chromatogramme type de l'HE d'armoise blanche est présenté dans la Figure 3.

L'ensemble des résultats (six essais réalisés) est présenté dans le Tableau 1 avec les noms des constituants identifiés, les TR (minutes), les numéros CAS, les pourcentages de surface de chaque pic. Nous indiquons la moyenne  $\pm$  écart-type ( $m \pm ET$ ). Seuls les constituants identifiés et supérieurs à 0,1 % sont mentionnés. Près de 93 % des constituants de l'HE ont été identifiés.

Parmi les quarante-six composés identifiés, sept d'entre eux (eucalyptol, chrysanthénone,  $\alpha$ -thujone, verbénone, acétate de cis-chrysanthényle, acétate de myrtényle, 2E,3Z-zéthyliden-6-méthyl-3,5-heptadiène) peuvent être considérés comme les principaux constituants, représentant plus de 63 % de la totalité de l'HE. L'eucalyptol (2,36 %) est identifié comme le constituant majoritaire dans l'HE d'armoise blanche provenant du sud de l'Espagne (41 % au maximum) [34]. Il est l'un des principaux composés dans les HE provenant d'Ichemoul en Algérie [20], du sud de la Tunisie et de Matmata (Tunisie) [4,21] (3 à 20 %). Il n'est pas présent dans celle provenant de M'Sila (Algérie) [17] et de Jordanie [23]. Ce composé est surtout présent dans les HE à activité antispasmodique.

La chrysanthénone (4,98 %) est absente des HE d'Ichemoul et de Jordanie, et elle est peu présente dans celle de Matmata (2,3 %). Elle est très importante dans l'HE d'armoise blanche de M'Sila (15,80 %), et de composition variable pour celle du sud de l'Espagne (0,1 à 36,4 %) et de la Tunisie (0,91 à 17,37 %). Ce composé pourrait provenir de l'hydrolyse puis de l'oxydation de l'acétate de cis-chrysanthényle.

L' $\alpha$ -thujone (7,85 %) est le composé majoritaire de l'HE de Matmata et de Jordanie (respectivement 44 et 16 %). En revanche, il est peu présent dans les HE provenant d'Algérie (1,5 à 2,8 %) et absent de l'huile d'Espagne et de Jordanie. Ce composé a des activités biologiques telles qu'abortives, antibactériennes, emménagogues, insecticides et larvicides. De plus, il caractérise, par l'odeur spécifique, les armoises blanches.

La verbénone (7,19 %) n'a été retrouvée que pour un échantillon parmi les dix-huit analysés dans le sud de la Tunisie.

L'acétate de cis-chrysanthényle (25,12 %) est le constituant majoritaire de l'HE analysée. Il n'est pas présent dans celle provenant de l'Algérie et de la Jordanie. Il n'est qu'en faible quantité dans celle d'Espagne et de Tunisie.

L'acétate de myrtényle (7,39 %) ne se retrouve qu'en faible quantité dans l'HE d'armoise provenant du sud de la Tunisie (0,27-0,73 %).

Le 2E,3Z-2-éthyliden-6-méthyl-3,5-heptadiène, que l'on pourrait éventuellement appeler *biskral* (8,58 %), est un composé non répertorié à ce jour.

On retrouve quelques composés sesquiterpéniques, dont le germacrène D à hauteur de 1,82 %, le spathulénol à 1,47 %, constituant de faibles quantités dans toutes les HE d'armoise blanche étudiée. La présence de davanone (0,41 %) et de davana éther (0,87 %) est à noter. Ces deux composés sont présents uniquement dans l'HE provenant du sud de la Tunisie et de l'Espagne à quantité variable, 0,5 à 20 % pour la davanone et 0,2 à 4,56 % pour le davana éther. Certaines molécules n'ont pas été répertoriées dans les autres armoises blanches telles que l'artémisia triène (0,94 %). En revanche, on constate l'absence de trans-sabinol, composé retrouvé en grande quantité dans les HE de Tunisie (sud 22,5 % et Matmata 17,5 %), de  $\beta$ -pinène et de dérivé de sabinène (type acétate de sabinyle).

## Conclusion

L'HE d'*Artemisia herba-alba* ou armoise blanche, provenant de la région de Biskra en Algérie, a été obtenue par entraînement à la vapeur. Le rendement de cette distillation est de 0,95 ml d'HE pour 100 g de matière sèche de sommités fleuries recueillies. L'analyse par CPG-FID et CPG-SM nous a permis d'identifier près de 93 % des constituants, ce qui représente 46 composés à plus de 0,1 %. Cette HE contient principalement de l'eucalyptol (2,36 %), de la chrysanthénone (4,98 %), de l' $\alpha$ -thujone (7,85 %), de la verbénone (7,19 %), de l'acétate de cis-chrysanthényle (25,12 %), de

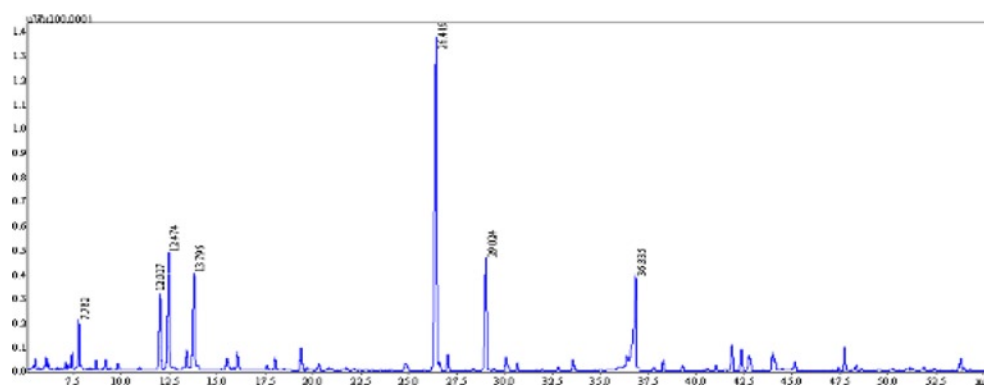


Fig. 3. Chromatogramme CPG-FID de l'HE d'armoise blanche analysée (les TR des principaux constituants sont indiqués)

**Tableau 1.** Estimation de la composition chimique de l'HE d'*Artemisia herba-alba* provenant de Baniane [région de Biskra (Algérie)]

Noms des constituants identifiés <sup>a</sup>	TR (min)	Numéros CAS	M ± ET
			Pourcentage de surface des pics
α-pinène	4,47	80-56-8	0,33 ± 0,01
α-thujène	4,76	02-05-8567	0,40 ± 0,01
Isothujol	4,88	513-23-5	0,23 ± 0,01
Sabinène	5,51	3387-41-5	0,55 ± 0,01
β-myrcène	6,08	123-35-3	0,72 ± 0,01
α-terpinène	7,10	99-86-5	0,38 ± 0,00
o-cymène	7,43	527-84-4	0,28 ± 0,01
p-cymène	7,54	99-87-6	0,84 ± 0,01
1,8-cinéol ou eucalyptol	7,78	470-82-6	2,36 ± 0,01
(3E)-3,4-diméthyl-3-hexen-2-one <sup>b</sup>	8,68	1635-02-5	0,45 ± 0,01
γ-terpinène	9,18	99-85-4	0,68 ± 0,04
δ-3-carène	9,82	554-61-0	0,49 ± 0,01
α-terpinolène	10,95	586-62-9	0,23 ± 0,00
<b>Chrysanthénone</b>	<b>12,02</b>	<b>1125-12-8</b>	<b>4,98 ± 0,11</b>
<b>α-thujone</b>	<b>12,47</b>	<b>546-80-5</b>	<b>7,85 ± 0,04</b>
β-thujone	13,41	471-15-8	1,53 ± 0,02
Verbénone	13,80	80-57-9	7,19 ± 0,06
Trans-pinocarvéole	15,51	547-61-5	1,17 ± 0,01
Camphre	16,05	76-22-2	1,51 ± 0,00
Pinocarvone	17,58	30460-92-5	0,40 ± 0,00
Artemisia triène <sup>b</sup>	18,01	29548-02-5	0,94 ± 0,01
Bornéol	18,52	507-70-0	0,13 ± 0,00
4-terpinéol	19,37	562-74-3	1,66 ± 0,01
p-mentha-1,8-dien-3-one ou isopipériténone <sup>b</sup>	20,30	529-01-1	0,54 ± 0,01
α-terpinéol	20,85	7785-53-7	0,20 ± 0,01
Verbénone	24,83	1196-01-6	0,20 ± 0,00
<b>Acétate de cis-chrysanthényle</b>	<b>26,42</b>	<b>67999-48-8</b>	<b>25,12 ± 0,08</b>
Acétate de trans-chrysanthényle	26,59	54324-99-1	0,57 ± 0,07
Carvone	27,02	58615-39-7	0,99 ± 0,01
<b>Acétate de myrtényle</b>	<b>29,02</b>	<b>1079-01-2</b>	<b>7,39 ± 0,03</b>
Eugénol	33,56	97-53-0	0,76 ± 0,01
Jasmone	36,36	488-10-8	2,01 ± 0,07
D-verbénone	36,55	18309-32-5	1,92 ± 0,12
<b>2E,3Z-2éthyliden-6-méthyl-3,5-heptadiène<sup>b</sup></b>	<b>36,84</b>	<b>NC</b>	<b>8,58 ± 0,09</b>
β-caryophyllène	37,77	87-44-5	0,20 ± 0,01
δ-cadinol	41,02	36564-42-8	0,18 ± 0,01
5-méthyl-9-décen-2-one <sup>b</sup>	36,83	NC	0,35 ± 0,00
Germacrène D	41,85	23986-74-5	1,82 ± 0,02
Caryophyllène oxide	42,75	1139-30-6	0,97 ± 0,03
γ-élémane <sup>b</sup>	42,79	11029-06-4	0,58 ± 0,01
γ-muuroène	43,97	30021-74-0	1,18 ± 0,03
Davana éther	44,08	35470-57-6	0,84 ± 0,02
δ-cadinène	45,15	483-76-1	0,28 ± 0,02
Spathuléol	47,73	6750-60-3	1,47 ± 0,01
Davanone	48,34	20482-11-15	0,41 ± 0,01
2E-3-(2,6,6-triméthyl-1-cyclohexen-1-yl)-2-propénal <sup>b</sup>	53,75	4951-40-0	0,72 ± 0,05
Total identifié des composés > 0,10 %			92,58 %

NC : non connu.

<sup>a</sup>Composés listés selon leur ordre d'élution ; seuls les composés supérieurs ou égaux à 0,10 % sont reportés.<sup>b</sup>Composés répertoriés pour la première fois dans *Artemisia herba-alba*.

l'acétate de myrtényle (7,39 %) et d'un composé que l'on pourrait appeler *biskral* (2E,3Z-2-éthylidène-6-méthyl-3,5-heptadiène, à 8,58 %) spécifique de l'huile analysée. Ce dernier composé n'a jamais été cité pour une HE d'armoise blanche ou pour une plante du genre *Artemisia*.

## Remerciements

Nous tenons à remercier Bezza Ahmed pour la récolte de la plante.

## Bibliographie

1. Abu-Irmailehand B, Afifi F (2003) Herbal medicine in Jordan with special emphasis on commonly used herbes. *J Ethnopharmacol* 89: 193
2. Afnor — NF ISO 7609 (1993) Huiles essentielles — analyse par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire, méthode générale
3. Ahmed AA, Abou El-Ela M, Jakupovic J, et al. (1990) Eudesmanolides and others constituents from *Artemisia herba-alba*. *Phytochem* 29: 3661
4. Akrouf A (2004) Étude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie). *Cah Options Med* 62: 289
5. Al-Eisawi DM (1998) Field guide to wild flowers of Jordan and neighbouring countries. Commercial Press (Al Rai), Amman, Jordany
6. Al-Khazraji SM, Al-Shamaony LA, Twaiji HA (1993) Hypoglycemic activity of *Artemisia herba-alba*. I. Effect of different parts and influence of the solvent on hypoglycemic activity. *J Ethnopharmacol* 40: 163
7. Al-Quran S (2009) Ethnopharmacological survey of wild medicinal plants in Showbak, Jordan. *J Ethnopharmacol* 123: 45
8. Al-Shamaony LA, Al-Khazraji SM, Twaiji HA (1994) Hypoglycemic effect of *Artemisia herba-alba*. II. Effect of valuable extract on some blood parameters in diabetic animals. *J Ethnopharmacol* 43: 167
9. Baba Aissa F (1999) Encyclopédie des plantes utiles. Librairie moderne, Alger, Algérie
10. Bailey C, Danin A (1981) Bedouin plant utilization in Sinai and Negev. *Econ Bot* 35: 145
11. Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, et al. (2006) Antigenotoxic effects of three essential oils in diploid yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) after treatment with UVC radiation, 8-MOP plus UVA and MMS. *Mut Res* 606(1–2): 27–38
12. Bellakhdar H (1997) Pharmacopée marocaine traditionnelle. Coll Médecine arabe et savoirs populaires, Ed IBIS Press 764 p Paris
13. Boriky D, Berrada M, Talbi M, et al. (1996) Eudesmanolides from *Artemisia herba-alba*. *Phytochemical* 43(1): 309
14. Boukef MK (1986) Médecine traditionnelle et pharmacopée : les plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne 94
15. Breckle SW (1983) Temperate deserts and semi-deserts of Afghanistan and Iran. Elsevier scientific Publishing Company, New-York, NY, USA
16. Charchari S, Dahoun A, Bachi F, Benslimani A (1996) Antimicrobial activity in vitro of essential oils of *Artemisia herba-alba* Asso and *Artemisia judaica* L. from Algeria. *Riv Ital EPPS* 18: 3
17. Dob T, Benabdelkader T (2006) Chemical composition of the essential oil of *Artemisia herba-alba* Asso grown in Algeria. *J Essen Oil Res* 18: 685
18. Essway GS, Sobhy HM, El-Banna HA (1995) The hypoglycemic effect of volatile oil of some Egyptian plants. *Vet Med J Giza* 43: 167
19. Feuerstein I, Muller D, Hobert K, et al. (1986) The constitution of essential oils from *Artemisia herba-alba* populations of Israel and Sinai. *Phytochem* 25: 2343
20. Giordani R, Hadeif Y, Kaloustian J (2008) Compositions and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants. *Fitoterapia* 79: 199
21. Haouari M, Ferchichi A (2009) Essential oil composition of *Artemisia herba-alba* from Southern Tunisia. *Molecules* 14: 1585
22. Hatimi S, Boudouma M, Bichichi M, et al. (2000) Évaluation in vitro de l'activité antileishmanienne d'*Artemisia herba-alba* Asso., *Thérapeutique*, Manuscrit n° 2162: 57
23. Hudaib M, Aburjai T (2006) Composition of the essential oil from *Artemisia herba-alba* grown in Jordan. *J Essen Oil Res* 18: 301
24. Jouad H, Haloui M, Rhiouani H, et al. (2001) Ethnobotanical survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes, cardiac and renal diseases in the North centre region of Morocco (Fez-Boulemane). *J Ethnopharmacol* 77: 175
25. Laid M, Hegazy M.-EF, Ahmed AA (2008) Sesquiterpene lactones from Algerian *Artemisia herba-alba*. *Phytochem Letters* 1: 85
26. Lamiri A, Belanger A, Berrada M, et al. (1997) Chemical polymorphism of *Artemisia herba-alba* Asso from Morocco. Rabat, Maroc 69
27. Marrif HI, Ali BH, Hassan KM (1995) Some pharmacological studies on *Artemisia herba-alba* (Asso.) in rabbits and mice. *J Ethnopharmacol* 49: 51
28. Nabli MA (1989) Essai de synthèse sur la végétation et la phytoécologie tunisienne, tome 1, Ed MAB, Tunis, Tunisie, 186
29. Oran SA, Al-Eisawi DM (1998) Check-list of medicinal plants in Jordan. *Dirasat Med Biol Sci* 25(2): 84
30. Pharmacopée européenne 6<sup>e</sup> édition (2008) Tome 2 : Huiles essentielles — Aetherolea (janvier 2008 : 2098)
31. Quezel P, Santa S (1962) Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris, France
32. Salah SM, Jäger AK (2005) Two flavonoids from *Artemisia herba-alba* Asso with in vitro GABA<sub>A</sub>-benzodiazepine receptor activity. *J Ethnopharmacol* 99: 145
33. Salch NAM, El-Negoumy SI, Abou-Zaid MM (1987) Flavonoids of *Artemisia judaica*, *A. monosperma* and *Artemisia herba-alba*. *Phytochemical* 26: 3059
34. Salido S, Valenzuela LR, Altarejos J, et al. (2004) Composition and infraspecific variability of *Artemisia herba-alba* from southern Spain. *Biochem Syst Ecology* 32: 265
35. Thauri A, El-Hilaly J, Israili ZH, Lyoussi B (2007) Ethnopharmacological survey of plant traditional treatment of hypertension and diabetes in South-Eastern Morocco (Errichidia province). *J Ethnopharmacol* 110: 105
36. Vernin G, Merad O, Vernin GMF, et al. (1995) GC-MS analysis of *Artemisia herba-alba* Asso essential oils from Algeria, Food Flavors: Generation, Analysis and Process Influence. Elsevier science: BV, Greece
37. Yashphe J, Feuerstein I, Barel S, Segal R (1987) The antibacterial and antispasmodic activity of *Artemisia herba-alba* Asso. II. Examination of essential oils from various chemotypes. *Int J Crude Drug Res* 25: 89
38. Zohari M (1973) Geobotanical foundations of the Middle East. Gustav fisher Verlag Swets & Zeitlinger, Stuttgart, Germany