



Etude physicochimique de l'huile essentielle de *Ruta Chalepensis* L. de Tlemcen, Algérie

Salima MERGHACHE*, Mounia HAMZA et Boufeldja TABTI

Département de chimie, Faculté des sciences, Laboratoire de Chimie Organique, Substances Naturelles et Analyses, Université Abou Bekr Belkaid, B.P. 119, Tlemcen 13000, Algérie

* Correspondance, courriel : merghach_s@yahoo.fr

Résumé

Ruta chalepensis L. (Rutacée), est une plante aromatique médicinale encore utilisée dans la médecine traditionnelle de nombreux pays comme laxatif, anti-inflammatoire, analgésique, antispasmodique, abortif, antiépileptique, emménagogue et pour le traitement de pathologies cutanées.

Des screening phytochimiques ont mis en évidence la présence de coumarines en sus d'alcaloïdes et ont donné la composition chimique de l'huile essentielle de la partie aérienne de la plante provenant de différents pays.

Ce travail a porté sur la composition chimique de l'huile essentielle de la plante provenant de l'Algérie, qui n'a jamais fait l'objet de publication.

Les analyses ont été réalisées par chromatographie en phase gazeuse (CG) et CG – spectrométrie de masse (SM). 20 composés représentant 64.66 - 93.99% de l'huile essentielle ont été identifiés et, comme composé majoritaire le 2-undécanone (20.40 - 82.74%).

L'étude des variations du rendement, des propriétés physicochimiques et de la composition chimique de l'huile essentielle a été réalisée en fonction de la partie de la plante étudiée, la période et le lieu de cueillette de la plante. Les résultats ainsi obtenus ont montré l'extrême variabilité du rendement, des propriétés physicochimiques et de la composition.

Mots-clés : *Ruta chalepensis*, huile essentielle, composition chimique, chromatographie en phase gazeuse, spectrométrie de masse, chemotype, 2- undécanone.

Abstract

Physicochemical study of the essential oil of *Ruta chalepensis* L. from Tlemcen, Algeria

Ruta chalepensis L. (Rutaceae), is an ancient aromatic medicinal plant still used in the traditional medicine of many countries as a laxative, anti-inflammatory, analgesic, antispasmodic, abortifacient, antiepileptic, emmenagogue and for dermatopathy treatment.

Phytochemical screening showed that *Ruta chalepensis* yielded coumarins as well as alkaloids and gave the chemical composition of essential oil of plant from different countries. This work was done on the composition of the essential oil of *Ruta chalepensis* from Algeria which have never been a matter of publication.

The analyses were done on gas chromatography (GC) and GC – mass spectrometry (MS). 20 compounds representing 64.66 - 93.99% of the essential oil were identified and as major compound the 2-undecanone (20.40 - 82.74%).

Variation in yield, physicochemical properties and chemical composition of essential oil were studied according to the part of plant, harvesting period and place. The results showed the extreme variability of the yield, physicochemical properties and chemical composition.

Keywords : *Ruta chalepensis*, essential oil, chemical composition, gas chromatography, mass spectrometry, chemotype, 2-undecanone.

1. Introduction

Les huiles essentielles des plantes sont très recherchées, car elles sont généralement dotées de propriétés biologiques intéressantes. Certaines ont des propriétés pharmaceutiques reconnues, d'autres sont utilisées comme bases de parfums ou comme additifs alimentaires. La qualité des huiles essentielles dépend d'un grand nombre de paramètres d'origines différentes tels que : l'origine botanique, le cycle végétatif, le site producteur et les conditions géographiques et climatiques, etc.

Ruta chalepensis L. est une plante aromatique, appartenant à la famille des rutacées, appelée communément par la population locale « Fidjel ». Elle est spontanée, largement ré pondue en Afrique du nord, particulièrement en Algérie. On la rencontre fréquemment dans les rocailles, pelouses et coteaux secs [1]. En Algérie, cette plante est aussi cultivée dans les jardins. *Ruta chalepensis* L. est une plante médicinale encore utilisée dans la médecine traditionnelle de nombreux pays comme

laxatif, anti-inflammatoire, analgésique, antispasmodique, abortif, antiépileptique, emménagogue et pour le traitement de pathologies cutanées [2].

Des investigations pharmacologiques ont montré que l'extrait éthanolique de la plante de la partie aérienne de *Ruta chalepensis* L possède une activité anti-inflammatoire et une activité antipyrétiques [3]. Des screening phytochimiques ont mis en évidence la présence de coumarines (chalepensis, chalpin, rutamarin...etc) et d'alcaloïdes (kokosagine, skimmianine, arborinine, etc) [4].

Ruta chalepensis « la rue », est une plante aromatique largement exploitée pour ces huiles essentielles destinées à la parfumerie et l'industrie agroalimentaire [5].

La composition chimique des huiles essentielles varie avec le lieu de récolte. Il a été rapporté que le 2-undécane est le constituant majoritaire de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* de provenance l'Argentine (38.1%), la Turquie (66.5%), l'Iran (52.5%) et l'Inde (4.3 - 67.8%) [6-10].

Quant à l'huile essentielle de l'Arabie Saoudite, le pourcentage en 2-undécane est inférieur ou égal à 4.5% [11]. Cependant l'huile essentielle de provenance l'Italie contient deux constituants majoritaires le 2-nonane (49.9 %) et le 2-undécane (30.0 %) [12]. L'huile essentielle de l'Algérie n'est pas encore étudiée et sa composition chimique reste inconnue.

La connaissance des propriétés physicochimiques et de la composition des huiles essentielles est un critère de qualité très recherché par les utilisateurs.

Dans ce présent document, nous reportons les résultats d'une étude faite sur *Ruta chalepensis* L. de l'Algérie et qui a pour objectif de contribuer à la valorisation des huiles essentielles de *Ruta chalepensis* L., produits qui généralement posent de sérieux problèmes de normalisation pour leurs commercialisations, à cause de la grande diversité de leurs composition, reconnue par l'ensemble des scientifiques et utilisateurs. Cette étude, nous a permis de déterminer les propriétés physicochimiques et la composition chimique de l'huile essentielle et d'identifier de ses chemotypes.

Ces travaux ont également permis de mettre en évidence l'influence de quelques facteurs sur la teneur et la qualité des huiles essentielles. Les facteurs considérés sont : la partie de la plante étudiée, la période et le lieu de récolte de la plante. Pour ce dernier facteur, nous avons tenté de définir les chemotypes de la plante suivant un itinéraire nord-sud de la wilaya de Tlemcen, dans l'ouest Algérien allant de la côte (Ghazaouet) jusqu'à Sebdou sur une distance d'environ une centaine de kilomètres.

2. Matériel et méthodes

Les matières végétales utilisées pour l'extraction des huiles essentielles sont composées de parties aériennes de *Ruta chalepensis* L., récoltées durant l'année 2005, à partir de six différentes régions de la wilaya de Tlemcen dans le nord ouest Algérien, ayant des situations géographiques et des conditions climatiques différentes. La wilaya de Tlemcen est limitée au Nord par la mer Méditerranéenne et la wilaya de Ain-Temouchent, à l'Est par la wilaya de Sidi Bel-Abbes, au Sud par la wilaya de Naâma et à l'Ouest par le Maroc (**Figure 1**). Les données bioclimatiques des différentes zones sont citées dans le **Tableau 1** [13].

Tableau 1 : Etude bioclimatique des six zones d'études.

Caractères Zones	Longitude	Latitude	Altitude	Climat
Ghazaouet	1° 52'	35° 46'	45 m	Semi-aride à hiver tempéré
Ouzidane	1° 19'	34° 55'	650 m	Semi-aride à hiver chaud
Beni Mester	1° 21'	34° 54'	700 m	Semi-aride à hiver doux
Ain Fezza	1° 16'	34° 50'	800 m	Semi-aride à hiver frais
Terni	1° 21'	34° 48'	1000 m	Semi-aride à hiver froid
Sebdou	1° 20'	34° 37'	730 m	Semi-aride à hiver doux

Un spécimen de Voucher est déposé à l'Herbarium du laboratoire de botanique, Département de Biologie, Faculté des Sciences de l'Université de Tlemcen. Ces matières végétales sont séchées pendant deux semaines sous abri à la température ambiante du laboratoire.

Les huiles essentielles ont été isolées par hydrodistillation (05heures) des parties aériennes de la plante fraîche ou séchée, grossièrement coupée, en utilisant un appareil de type Clevenger. Le rendement en huile essentielle est exprimé par la quantité d'huile (en grammes) obtenue pour 100 grammes de matière végétale sèche. Pour cela, Nous avons procédé parallèlement à chaque hydrodistillation à la détermination de la teneur en eau du matériel végétal. Les échantillons d'huile essentielle obtenus sont séchés sur du sulfate de magnésium, ensuite conservés à -18°C jusqu'à leurs usages. Les propriétés physicochimiques des huiles essentielles ont été déterminées conformément aux normes AFNOR [14].

Légende de la carte :

Routes nationales (RN) :



Chemin wilaya (CW) :



Oued :

Zones d'études :



1 : Ghazaouet ; 2 : Ouzidane ; 3 : Beni Mester ;

4 : Ain Fezza ; 5 : Terni ; 6 : Sebdu

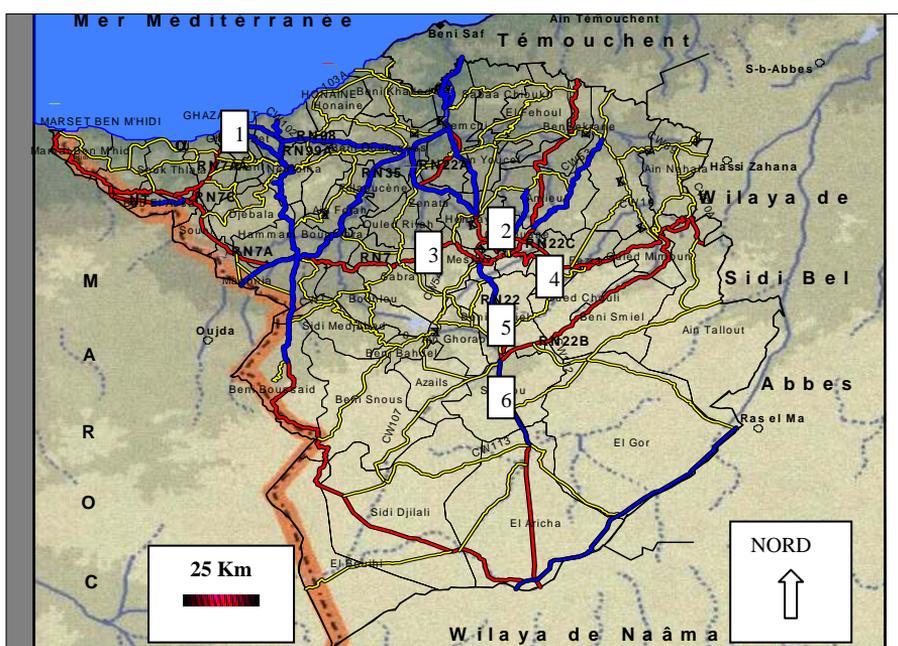


Figure 1: Situation géographique des sites étudiés dans la wilaya de Tlemcen.

La composition chimique des huiles essentielles a été déterminée par la technique de chromatographie en phase gazeuse (CG) et la technique de chromatographie en phase gazeuse couplée avec la spectrométrie de masse (CG/SM) sous les conditions opératoires suivantes :

- La détermination des pourcentages relatifs des constituants et la comparaison entre les différents chromatogrammes ont été effectuées à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse de type SHIMADZU – GC 17A, équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (FID) et muni d'une colonne capillaire en silice

fondue de type DB35 – MS, de 30 m de longueur, 0.25 mm de diamètre interne et 0.25 μm d'épaisseur de film. La température de la colonne est programmée de 60 °C à 220 °C à raison 5 °C /min et en isotherme (220 °C) pendant 2min. Les températures de l'injecteur et le détecteur sont fixées à 270 °C. Le débit du gaz vecteur (N_2) est fixé à 1.8 mL/min.

- Analyse qualitative des huiles essentielles :

CG : l'analyse de l'huile essentielle a été effectuée à l'aide d'un chromatographe de type DAN1, équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (FID) et muni d'une colonne capillaire en silice fondue de type DB5 – MS (longueur : 50 m et de 0.32 mm de diamètre intérieur, l'épaisseur du film est de 0.25 μm). La température de la colonne est programmée de 50 °C pendant 5 min à 228 °C à raison de 4 °C/min. Les températures de l'injecteur et le détecteur ont été maintenues respectivement à 230 et 235 °C. Le gaz vecteur utilisé est l'azote (1.2 mL/min). Une solution de calibration interne contenant un mélange de n - alcanes (C_9 à C_{20}) est injectée dans les mêmes conditions pour calculer les indices de rétentions des différents pics du chromatogramme de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis*.

CG/SM : l'huile essentielle a été analysée sur un chromatographe de type Varain CP 3800, équipé d'une colonne capillaire DB5 – MS (longueur : 30 m et de 0.25 mm de diamètre intérieur, l'épaisseur du film est de 0.25 μm) couplé à un spectromètre de masse (SM) de type Varian Saturn 2000, avec un détecteur à impact électronique. Les spectres ont été enregistrés à 70 ev. Les conditions analytiques sont les suivantes : température de l'injecteur :

220 °C; température du four : 80 °C (1min), 80 à 300 °C à raison de 10 °C/ min et en isotherme (300 °C) pendant 30 min. Le gaz vecteur est l'hélium avec un débit de 1 mL/min.

Identification des constituants : les différents constituants de huile essentielle ont été identifiés par comparaison de leurs spectres de masse avec ceux des composés des bases de données Nist 98 et Replib du spectromètre de masse CG/SM. L'identification de la plupart des molécules a été confirmée par comparaison de leurs indices de rétention avec ceux connus dans la littérature [15-22].

3. Résultats et discussion

3-1. Influence de la partie de la plante étudiée sur le rendement et la composition chimique de l'huile essentielle

Les *Tableaux 2* et *3* regroupent respectivement les rendements et les proportions relatives des constituants de la partie aérienne, des feuilles, des fleurs et des tiges de *Ruta chalepensis* qui est récoltée en Avril 2005 de la région de Beni Mester.

Tableau 2 : Rendements en huile essentielle en fonction de la partie de la plante étudiée.

Partie de la plante étudiée	Partie aérienne	Feuilles	Fleurs	Tiges
Rendement (%)	0.84	0.69	1.22	0.31

Tableau 3 : Composition chimique de l'huile essentielle en fonction de la partie de la plante étudiée.

Composés ^a	IR ^b	Partie aérienne	Feuilles	Fleurs	Tiges
Limonène	1030	2.56	0.65	0.10	0.99
2-Nonanone	1086	22.89	12.45	2.01	18.16
2-Nonanol	1097	0.32	0.15	0.10	0.13
2-Décanone	1192	1.69	2.02	0.63	1.48
1-Décanol	1272	10.96	26.32	1.95	8.40
2-Undécanone	1297	43.71	40.61	68.95	38.38
2-Undécanol	1305	1.36	1.59	2.01	0.34
1,7Octadiene 2,7diméthyl 3,6 bis (méthylène) ^c	1311	tr	0.00	0.00	1.95
1-Undécanol	1364	tr	0.29	0.10	0.30
2-Dodécanone ^d	1365	0.93	0.90	0.88	1.33
2-Dodécanone	1390	0.60	0.61	1.13	0.79
1-Dodécanol	1463	4.61	4.69	9.13	3.57
2-Tridécanone	1491	0.74	0.51	1.94	0.91
E-11, 13-diméthyl-12-tétradécèn-1-ol acetate ^c	1525	0.05	0.14	0.15	0.34
Elémol	1553	0.36	0.22	0.21	0.90
Elémicin	1565	0.03	0.17	0.22	0.28
2-Butyl 4-(3',5'-benzo-dioxy)-acetate	1700	0.06	0.00	0.00	0.87
6-(3',5'-Benzo-dioxy)-3,3-diméthyl-1-hexène	1753	0.32	tr	Tr	0.12
Chalepensisin	1890	0.05	0.02	Tr	0.11
Clausindin	1898	0.02	tr	0.02	0.11
Composés identifiés au total (%)		91.26	91.34	89.53	79.46

^a : Les composés sont listés selon leur temps de rétention sur colonne DB5. Les composés identifiés ayant une valeur inférieure à 0.01% sont notés comme traces (tr).

^b : Indices de rétention (IR), déterminés sur colonnes DB5 en utilisant la série de n-alcanes.

^c : Tentative d'identification en utilisant uniquement les résultats de la spectrométrie de masse.

^d : 2-dodecanone en forme branchée.

3-2. Influence de la période de récolte de la plante sur le rendement, les propriétés physicochimiques et la composition chimique de l'huile essentielle

Cette étude a été faite sur la partie aérienne de *Ruta chalepensis* récoltée en Février, Avril, Juin, Août et Octobre 2005 de la région de Beni Mester. Les résultats obtenus sont regroupés dans les **Tableaux 4** et **5**.

Tableau 4 : Rendements et les propriétés physicochimiques des huiles essentielles en fonction de la période de récolte.

La période de récolte	Février	Avril	Juin	Août	Octobre
Le rendement (%)	0.28	0.84	0.78	0.72	0.43
La densité d_4^{20}	0.8273	0.8378	0.8312	0.8223	0.8640
L'indice de réfraction n_D^{20}	1.4344	1.4310	1.4316	1.4334	1.4350
Le pouvoir rotatoire α_D^{25}	+9	+10	+10	+10	+8
Le point de congélation ($^{\circ}\text{C}$)	-5	-5	-14	-7	-1
La miscibilité à l'éthanol 70% à 20°C	1V/2V	1V/2V	1V/2V	1V/2V	1V/2V
L'indice d'acide	7.32	4.27	4.52	5.75	4.2

Tableau 5 : Composition chimique de l'huile essentielle en fonction de la période de récolte de la plante.

Composés ^a	Février	Avril	Juin	Août	Octobre
Limonène	0.36	2.56	0.27	0.56	0.41
2-Nonanone	4.40	22.89	8.78	5.32	3.05
2-Nonanol	0.07	0.32	0.10	0.34	0.23
2-Décanone	0.74	1.69	1.34	1.74	0.57
1-Décanol	4.98	10.96	12.13	14.51	11.65
2-Undécanone	32.29	43.71	46.22	50.59	22.76
2-Undécanol	15.71	1.36	6.32	4.50	7.14

1,7Octadiene2,7diméthyl 3,6 bis (méthylène) ^b	8.45	tr	3.60	tr	7.72
1-Undécanol	0.63	tr	0.11	0.22	0.68
2-Dodécanone ^c	1.16	0.93	1.32	1.16	0.72
2-Dodécanone	1.23	0.60	0.87	0.94	0.52
1-Dodécanol	3.24	4.61	6.49	5.71	4.73
2-Tridécanone	1.30	0.74	1.11	0.94	0.91
E-11, 13-diméthyl-12-tétradécène-1-ol acetate ^b	0.28	0.05	0.10	0.31	0.22
Elémol	0.20	0.36	0.63	0.29	0.17
Elémicin	0.24	0.03	0.01	0.49	0.40
2-Butyl 4-(3',5'-benzo-dioxy)-acetate	1.46	0.06	0.37	0.31	1.95
6-(3',5'-Benzo-dioxy)-3,3-diméthyl-1-hexène	3.93	0.32	2.47	1.07	4.53
Chalepensis	1.06	0.05	tr	0.09	15.62
Clausindin	0.38	0.02	0.01	0.02	0.30
Composés identifiés au total (%)	82.11	91.26	92.25	89.11	84.28

^a : Les composés sont listés selon leur temps de rétention sur colonne DB5. Les composés identifiés ayant une valeur inférieure à 0.01% sont notés comme traces (tr).

^b : Tentative d'identification en utilisant uniquement les résultats de la spectrométrie de masse.

^c : 2-dodecanone en forme branchée.

3-3. Influence du lieu de récolte de la plante sur le rendement, les propriétés physicochimiques et la composition chimique de l'huile essentielle

L'étude a été menée sur la partie aérienne de *Ruta chalepensis* récoltée en Avril 2005 de différentes régions de la wilaya de Tlemcen. Les résultats sont représentés dans les **Tableaux 6** et **7**.

Tableau 6 : Rendements et les propriétés physicochimiques des huiles essentielles en fonction du lieu de récolte de la plante.

La période de récolte	Ghazaouet	Ouzidane	Beni Mester	Ain Fezza	Terni	Sebdou
Le rendement (%)	1.06	1.28	0.84	0.35	0.98	1.24
La densité d_4^{20}	0.8212	0.8193	0.8378	0.8357	0.8342	0.8285
L'indice de réfraction n_D^{20}	1.4307	1.4328	1.4310	1.4315	1.4311	1.4323
Le pouvoir rotatoire α_D^{25}	+5	+10	+10	+6	+9	+9
Le point de congélation (°C)	+7	+5	-5	-9	+7	+5
La miscibilité à l'éthanol 70% à 20°C	1V/2V	1V/2V	1V/2V	1V/2V	1V/2V	1V/2V
L'indice d'acide	3.42	3.78	4.27	5.61	2.93	4.88

Tableau 7 : Composition chimique de l'huile essentielle en fonction du lieu de récolte de la plante.

Composés ^a	Ghazaouet	Ouzidane	Beni Mester	Ain Fezza	Terni	Sebdou
Limonène	0.08	0.06	2.56	2.30	0.10	0.05
2-Nonanone	0.53	0.26	22.89	17.73	3.39	0.36
2-Nonanol	0.61	0.16	0.32	0.38	0.31	0.13
2-Décanone	4.17	3.67	1.69	1.38	3.91	2.13
1-Décanol	0.12	0.05	10.96	10.97	4.05	0.04
2-Undécanone	79.11	82.74	43.71	20.40	72.90	54.19
2-Undécanol	1.42	0.31	1.36	3.53	0.22	3.32
1,7Octadiène2,7 diméthyl 3,6 bis (méthylène) ^b	2.07	0.93	tr	1.39	1.55	7.14
1-Undécanol	0.08	0.15	tr	0.30	0.27	0.54
2-Dodécanone ^c	0.33	0.54	0.93	0.71	0.62	0.73
2-Dodécanone	1.75	2.11	0.60	0.68	1.47	1.38
1-Dodécanol	0.08	0.12	4.61	2.78	1.04	0.17
2-Tridécanone	1.26	1.30	0.74	0.43	0.73	1.71
E-11, 13-diméthyl-12-tétradécène-1-ol acetate ^b	0.10	0.37	0.05	0.08	0.38	0.50
Elémol	0.03	0.33	0.36	0.23	0.53	0.19
Elémicin	tr	0.19	0.03	0.01	0.20	0.45
2-Butyl 4-(3',5'-benzo-						

dioxy)-acetate	0.36	tr	0.06	0.34	tr	1.21
6-(3',5'-Benzo-dioxy)-3,3-diméthyl-1-hexène	0.46	tr	0.32	0.80	1.64	3.73
Chalepensis	0.29	0.29	0.05	0.20	0.22	tr
Clausindin	0.42	0.41	0.02	0.02	0.16	3.22
Composés identifiés au total (%)	93.27	93.99	91.26	64.66	93.69	81.19

^a : Les composés sont listés selon leur temps de rétention sur colonne DB5. Les composés identifiés ayant une valeur inférieure à 0.01% sont notés comme traces (tr).

^b : Tentative d'identification en utilisant uniquement les résultats de la spectrométrie de masse.

^c : 2-dodecanone en forme branchée.

Nos résultats sont dans l'ensemble conformes aux données de la littérature. Les rendements en huile essentielle de *Ruta chalepensis* cités dans la littérature sont compris entre 0.1% et 1.13% [6-15]. K.H. Baser et al. [7] qui ont déterminé quelques propriétés physicochimiques de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis*, ont trouvé: $d_{25}^{25}=0.8363$; $n_D^{20} = 1.4325$; $\alpha_D^{25} = +1.43$. Cependant Aloisia Fernandes et al. [23] ont trouvé : $d_{15}^{20} = 0.8390$; $n_D^{16}=1.4329$; $\alpha_D^{17} = +1$; point de congélation = $+6^\circ\text{C}$; miscibilité à l'éthanol 70% à $15^\circ\text{C} = 1\text{V}/2.2\text{V}$.

Les caractéristiques physicochimiques avoisinent dans l'ensemble les normes de commercialisation des huiles essentielles. En ce qui concerne la composition chimique, l'analyse des huiles essentielles des différentes parties de la plante : partie aérienne, feuilles, fruits et tiges nous a fourni des résultats globalement comparables à ceux donnés par la littérature. Nous avons identifié 20 constituants. La caractéristique principale de ces huiles est la grande richesse en cétones qui représentent 28.53 - 90.62 % de ces huiles. On note également que le composé majoritaire de ces huiles est le 2-undécanone (20.40 - 82.74%). Pour certaines huiles, nous avons en plus du 2-undécanone, d'autres composés majoritaires tels que : le 1-décanol, le 2-nonanone, le 2-undécanol... etc.

Les huiles essentielles de *Ruta chalepensis* de provenance l'Argentine, la Turquie, l'Iran, et l'Inde possèdent le 2-undécanone comme constituant majoritaire (38.1%, 66.5%, 52.5% et 41.3 - 67.8% respectivement) [6-10]. Les huiles essentielles de *Ruta chalepensis* de la Turquie, l'Iran, l'Inde et l'Italie possèdent un autre constituant majoritaire : le 2-nonanone (16.2%, 24.1%, 5.2 - 33.6% et 49.9% respectivement) [7-10, 12]. Par contre l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* de

provenance l'Arabie Saoudite possède comme constituants majoritaires : le 2-undécane, le 2-tridécanone, l'élémol et β -eudesmol [11]. Alors que dans l'huile essentielle de provenance la Grèce, le 2-méthyl octyl acétate (44.0%) et le β -phellandrène (10.7%) sont les constituants majoritaires [15].

D'après les résultats du **Tableau 2**, il est intéressant de remarquer que la concentration en huile essentielle est beaucoup plus importante dans les fleurs (1.22%) que dans les feuilles (0.69%) que dans les tiges (0.31%).

D'après les résultats du **Tableau 3**, il apparaît clairement que les fleurs sont plus riches en 2-undécane (68.95%) que les feuilles (40.61%) que les tiges (38.38%). Nous constatons néanmoins l'existence d'autres constituants majoritaires dans les feuilles et les tiges tels que le 2-nonane et le 1-décane.

D'après les résultats des **Tableaux 4 et 5**, nous remarquons l'extrême diversité des valeurs enregistrées pour les différentes périodes de cueillette. Cette remarque s'applique particulièrement pour le rendement d'extraction de l'huile essentielle où le minimum est de 0.28% pour la période de Février et le maximum est de 0.84% pour la période d'Avril (pleine floraison).

La variation de l'indice de réfraction est peu significative. On observe cependant une diminution, ensuite une augmentation. Le minimum est obtenu dans le cas de la période d'Avril (pleine floraison). Il est intéressant de remarquer que le point de congélation diminue ensuite augmente avec le vieillissement de la plante, le minimum est enregistré pendant la période de Juin (fructification). Nous constatons que la miscibilité à l'éthanol est constante : 1V/2V. A l'exception d'une légère augmentation ensuite diminution des valeurs du pouvoir rotatoire, il ne semble y avoir aucune autre relation pouvant être exploitée au vu des résultats obtenus. On peut souligner que les variations des propriétés physicochimiques enregistrées sont dues à la variation de la composition chimique.

La comparaison de la composition des huiles essentielles fait apparaître en premier lieu que le pourcentage relatif du constituant majoritaire le 2-undécane augmente de façon appréciable de la première à la quatrième récolte (32.29% à 50.59% respectivement), pour diminuer enfin en Octobre (22.76%).

Le 2-nonane augmente en proportion de la première à la deuxième récolte (4.40% à 22.76% respectivement), pour diminuer en Juin (8.78%), Août (5.32%) et Octobre (3.05%).

On note également que le 1-décane affiche la plus grande proportion pendant la quatrième période (14.51%).

Enfin il est important de remarquer les fortes teneurs enregistrées pour le 2-undécanol et le 1,7 Octadiène 2,7 diméthyl 3,6 bis (methylene) (15.71%, 8.45% respectivement) durant la première récolte (Février).

L'huile essentielle de notre plante est à majorité le 2-undécanone, quel que soit la période de récolte, donc la plante peut être classée comme chemotype à 2-undécanone. Pour certaines récoltes, l'huile essentielle possède d'autres constituants majoritaires comme le 2-nonanone, le 1-décanol....etc. Alors, nous pouvons définir des chemotypes intermédiaires tels que le chemotype à 2-undécanone (43.71%) - 2-nonanone (22.89%) - 1-décanol (10.96%) (Récolte Avril 2005), le chemotype à 2-undécanone (22.76%) - chalepensis (15.62%) - 1-décanol (11.65%) (Récolte Octobre 2005).

Il apparaît au vu des résultats du **Tableau 6** que les meilleurs rendements en huile essentielle sont obtenus pour les régions de Ouzidane (1.28%), Sebdou (1.24%) et Ghazaouet (1.06%). Par contre le plus faible rendement est obtenu pour la région de Ain Fezza (0.35%). Les régions de Beni Mester et Terni présentent des teneurs en huile essentielle intermédiaires (0.84% et 0.98% respectivement).

On peut noter également que la densité d_4^{20} (0.8193 à 0.8378), l'indice de réfraction n_D^{20} (1.4307 à 1.4328), le pouvoir rotatoire α_D^{25} (+5 à +10), le point de congélation (-9 à +7) et l'indice d'acide IA (2.93 à 5.61) varient avec le lieu de récolte.

En ce qui concerne la composition chimique, l'analyse des huiles essentielles de la partie aérienne de *Ruta chalepensis* nous a montré l'extrême variabilité de la composition de l'huile avec le lieu de récolte (**Tableau 7**).

Il est intéressant de remarquer que le 2-undécanone est un constituant majoritaire pour toutes les huiles essentielles de la plante récoltées des différentes régions, son pourcentage varie de 20.40% (Ain Fezza) à 82.74% (Ouzidane). Nous remarquons pour quelques régions, l'existence d'autres composés majoritaires tels que le 2-nonanone (Béni Mester (22.89%) et Ain Fezza (17.73%)) et le 1-décanol (Béni Mester (10.96%) et Ain Fezza (10.97%)).

Si on se réfère à la notion classique de chemotype, nous pourrions définir notre plante à majorité 2-undécanone pour toutes les régions considérées, à l'exception de Béni Mester et Ain Fezza, qui peuvent classer de façon classique comme chemotype intermédiaire en 2-undécanone - 2-nonanone - 1-décanol.

Les variations du rendement, des propriétés physicochimiques et de la composition chimique avec le lieu de récolte, sont dues à un certain nombre de facteurs tels que la situation géographique, les conditions climatiques, la nature du sol, traumatismes et maladies provoquées par des agents exogènes.

4. Conclusion

Cette étude a pour but de contribuer à la connaissance des huiles essentielles de *Ruta chalepensis* L., espèce spontanée, très abondante en Algérie et à l'ouest du pays en particulier et dont les principes volatils posent de sérieux problèmes de normalisation pour leur commercialisation à cause de l'hétérogénéité de leur composition.

S'agissant de l'étude comparative entre les différentes parties de la plante, nous avons montré que l'huile essentielle est concentrée dans les fleurs. Elle représente deux fois, quatre fois la teneur à poids égal par rapport aux feuilles et tiges respectivement. L'analyse par GC et GC/SM des constituants volatils des différentes parties de la plante montre que les fleurs possèdent un seul constituant majoritaire : le 2-undécane (68.95%) et que les feuilles et les tiges sont riches en 2-undécane, 2-nonane et le 1-décane.

Dans un second temps, notre étude confirme l'extraordinaire polymorphisme chimique pour la plante. En effet, la recherche de chemotype spécifique à la région ouest algérienne s'est avérée peu concluante et confirme l'extrême variabilité de la teneur, et la composition chimique de l'huile essentielle en fonction de la situation géographique, conditions climatiques, altitude et aussi la période de cueillette. Les caractéristiques physiques et chimiques semblent ne donner que très peu d'informations permettant de situer les huiles essentielles de la plante.

Enfin les résultats de ce travail, peuvent être exploités pour l'utilisation par l'industrie des plantes aromatiques. On peut en effet, diriger la production et l'exploitation des huiles essentielles de *Ruta chalepensis* en fonction des besoins des utilisateurs en produits bien déterminés qui sont censés exister en grandes proportions.

Références

- [1] - NT. BENISTON, " Fleurs d'Algérie ", Entreprise nationale du livre, N° d'édition /1822/84, Alger (1984) 120.
- [2] - T. JOHNSON, " Ethnobotany desk reference", CRC Press Boca Raton London, New York, Washington, D.C., USA (1999) 730.
- [3] - S. MANSOUR, M.A. TARIQ, M.A. YAHYA, S. RAFATULLAH, O.T. GINAWI and A.M. AGEEL, *J. Ethnopharmacol*, 28 (1990) 305-312.

- [4] - A. ULUBELEN, B. TEREM, E. TUZLACI, F.K. CHENG and Y.C. KONG, *Phytochemistry*, 25(1986) 2692-2693.
- [5] - S. AMRA, *J. Sci. Food. Agri.* 55 (1991) 75 - 85.
- [6] - R. P. A. INIGO, M. E. L. BE VIANA, C. A. N. CATALAN and D. I. A. DE IGLESIAS, *Essenze Deriv. Agrum.*, 51 (1981) 349-351.
- [7] - K. H. C. BASER, T. ÖZEK and S. H. BEIS, *J. Essent. Oil Res.*, 8 (1996) 413 - 414.
- [8] - A. RUSTAIYAN, M. KHOSSRAVI, F. SULTANI — LOTFABADI, M. YARI, S. MASOUDI and A. MONFARED, *J. Essent. Oil Res.*, 14 (2002) 378 - 379.
- [9] - G. D. BAGCHI, P. D. DWIVEDI, S. MANDAL, A. A. NAQVI and S. KUMAR, *Indian Perfumer*, 47, 1 (2003) 39 — 41
- [10] - G. D. BAGCHI, P. D. DWIVEDI, A. SINGH, F. HAIDER and A. A. NAQVI, *J. Essent. Oil Res.*, 15 (2003) 263 — 264.
- [11] - A. O. BAGHLAF, S. K. A. EL — BEIH and B. A. H. EL — TAWIL, *Herba Hung.*, 22 (1983)39 - 42.
- [12] - A. VERZERA, L. MONDELLO, S. RAGUSA and G. DUGO, *Essenze Derivati agrumari*, 70 (2000) 207 - 210.
- [13] - H. BOUABDELLAH, Laboratoire d'Ecologie et Gestions des Ecosystèmes Naturels, Equipe : Eco — Pédologie/Cartographie, Université Aboubekr Belkaid — Tlemcen (2006).
- [14] - AFNOR (Association Française de Normalisation), " Recueil des normes françaises sur les huiles essentielles“ , 2^{ème} Edition, Paris (1992).
- [15] - O. TZAKOU and M. COULADIS, *J. Essent. Oil Res.*, 13 (2001) 258 - 259.
- [16] - R. CONGIU, D. FALCONIERI, B. MARONGIU, A. PIRAS and S. PORCEDDA, *Flavour Fragr. J.*, 17 (2002) 239.
- [17] - R. P. ADAMS, "Identification of essential oil components by Gas chromatography Mass spectroscopy", Allured, Carol Stream, USA (2001).
- [18] - X. XU, L. L. P. VAN STEE, J. WILLIAMS, J. BEENS, M. ADAHCHOUR, R. J. J. VREULS, U. A. TH. BRINKMAN and J. LELIEVELD, *Atoms Chem. Phys. Discuss.*, 3 (2003) 1139.
- [19] - R. P. LIMBERGER, C. A. SIMOES-PIRES, M. SOBRAL, C. MENU, J.M. BESSIERE and A. T. HENRIQUES, *Flavour Fragr. J.*, 17 (2002) 341.
- [20] - S. WU, H. ZORN, U. KRINGS and R. G. BERGER, *Flavour Fragr. J.*, 22 (2007) 53.
- [21] - E. STASHENKO ELENA, R. ACOSTA and J. R. MARTINEZ, *J. Biochem. Biophys. Methods* 43 (2000) 379.
- [22] - T. S. WU, L. S. SHI, J. J. WANG, S. C. IOU, H. C. CHANG, Y. P. CHEN, Y. H. KUO, Y. L. CHANG and C. M. TENG, *Journal of Chinese Chemical society*, 50 (2003) 171.
- [23] - A. F. COSTA and J. C. DO VALE, *Congr. Luso — Espano. Farm.*, 3 (1952) 163 - 171.