

ÉTUDE DE POLYPHÉNOLS DES FEUILLES D'UNE ENDÉMIQUE IBÉRO MAROCAINE, *THYMELAEA LYTHROIDES*

Naima DOHOU, Khalid YAMNI, Najib GMIRA & Lalla Mina IDRISSE HASSANI

RÉSUMÉ: *Etude de polyphénols des feuilles d'une endémique ibéro marocaine, Thymelaea lythroides.* *Thymelaea lythroides* (Thyméléacées) est une endémique ibéro marocaine, largement répandue dans la région du Gharb (forêt de Mamora). Elle fait partie de la panoplie des plantes médicinales et aromatiques du Maroc. En raison du manque d'informations phytochimiques sur l'espèce, des études antérieures ont eu pour objet une recherche de l'activité antifongique de ses extraits et un screening phytochimique. Ce dernier a permis de mettre en évidence la richesse de la plante en différents métabolites secondaires. Aussi, le présent travail se propose d'étudier les polyphénols des feuilles de *Thymelaea lythroides* et spécialement les aglycones flavoniques et les anthocyanidines. L'étude a démontré l'existence de différentes molécules appartenant à la classe des flavonols, dont le kaempférol, et la quercétine, en plus de deux acides phénols, identifiés comme l'acide caféique et l'acide gentérique et deux anthocyanidines : la delphinidine et la cyanidine.

Mots clés. *Thymelaea lythroides*, Thyméléacées, Mamora, polyphénols.

ABSTRACT. *Study of polyphenols of the leaves of an ibero moroccan endemic, Thymelaea lythroides.* *Thymelaea lythroides* (Thymelaeaceae) is an endemic of the region of the Gharb (forest of Mamora). It is part of the panoply of the medicinal and aromatic plants of Morocco. Because of the lack of phytochemical informations on the species, some previous studies had for object a research of the antifungal activity of its extracts and a phytochemical screening. This last permitted to put in evidence the wealth of the plant in different secondary compounds. Thus, the present work intends to study the polyphenols of the leaves of *Thymelaea lythroides* and specially the flavonics aglycones and the anthocyanidins. The survey demonstrated the existence of different molecules belonging to the class of the flavonols, whose identification revealed the kaempferol and quercetine. In addition to two acidic phenols, identified as the coffeeic acid and the gentique acidic and two anthocyanidins, the delphinidine and the cyanidine.

Key words. *Thymelaea lythroides*, Thymelaeaceae, Mamora, polyphenols.

INTRODUCTION

Thymelaea lythroides est une espèce endémique ibéro marocaine (Fennane *et al.*, 1998), présente abondamment dans la forêt de Mamora. Elle semble n'avoir jamais été

étudiée chimiquement contrairement à d'autres espèces du même genre (tab. 1). Et pourtant, à partir d'une étude ethnobotanique, conduite à travers différentes régions du Maroc, nous avons retenu la grande utilisation de cette plante pour guérir

et combattre divers maux (et particulièrement les douleurs du dos, des reins, de la vessie, les otites, les fractures,...). Compte tenu de l'importance biologique et médicinale de l'espèce et dans le but de sa valorisation, nous avons effectué des études qui ont mis en évidence une activité antifongique des extraits naturels obtenus à partir de la plante (Dohou *et al.*,

2001, 2002 a et b) et un screening phytochimique a été effectué sur ses différentes parties (Dohou *et al.*, 2003). Dans la présente étude, nous nous intéressons à étudier et à identifier différents polyphénols appartenant à la classe des flavonoïdes extraits à partir des feuilles de *Thymelaea lythroides*. C'est à notre connaissance, la première fois qu'une telle étude est entreprise.

Espèce	Organes étudiés	Molécules extraites	Références
Thyméléacées	-	flavones, terpènes et autres	Yanze et Chunru, 1987
<i>T. hirsuta</i>	feuilles	thymélol ((C ₉ H ₂ O) _n)	Saleh <i>et al.</i> , 1965
	feuilles	stigmasterol, β-sitosterol, alcool aliphatique C ₁₂ H ₂₂ O, lactone C ₁₀ H ₁₈ O ₆	Gharbo <i>et al.</i> , 1970
	-	daphnorétine, β -sitosterol-β - D-glucoside	Rizk et Rimpler, 1972
	-	alcanes en C27 à 31, alcanols en C22, 24, 26 et 28, β-sitostérol et campestérol	Rizk <i>et al.</i> , 1974
	-	daphnorine, daphnorétine, daphnine, daphnéline, daphnéline-glucoside, ombelliféronne, scopolétine et esculétine (coumarines)	Rizk <i>et al.</i> , 1975
	feuilles	2-vicénine (C-flavone)	Nawwar <i>et al.</i> , 1977
	feuilles	tilioside (3- <i>p</i> - coumaroylglucosylkaempférol) (flavanol)	Ismail, 1978
	feuilles	lupéol, β-sitostérol, phytol, β-amyrine, bétuline, erythrodiol, cholestérol et lanostérol	Garcia-Granados et Saenz de Buruaga, 1980a
	feuilles brindilles	et 5,12-dihydroxy-6,7-époxy-résiniféronol	Rizk <i>et al.</i> , 1984
	graines	proteines	Sammour et Sharaf, 1988
	feuilles brindilles	et gnidicine, gniditrine, genkwadaphnine, 12- <i>O</i> heptadécényl-5-hydroxy-6,7-époxy-résiniféronol-9,13,14-orthobenzoate et 12- <i>O</i> - butényl-5-hydroxy-6,7-époxy-résiniféronol-9,13,14-orthobenzoate (diterpènes daphnane)	Brooks <i>et al.</i> , 1990
	racines	daphnorétine (éther de dicoumaryl)	Abou-Karam <i>et al.</i> , 1998
	feuilles	tanins	El-Beheiry, 2000
<i>T. microphylla</i>	parties aériennes	acide oléanolique, β-sitostérol et 3- <i>O</i> -β-D-glucopyranosyl-β-sitostérol	Cheriti et Sekkoum, 1995
<i>T. passerina</i>	parties aériennes	pentacosane, triacontanol, sitostérol, stigmasterol, β-amyrine, ombelliféronne et scopolétine	George et Rishi, 1982
<i>T. tartonraira</i>	parties aériennes	orientine, isoorientine, vitexine, 2-vicénine, kaempférol, daphnorétine, genkwanine, 5- <i>o</i> -D-genkwanine, primevérosyl (flavone-coumarine)	Garcia-Granados et
	feuilles tiges et racines	Lipides, sucres, amidon...	Meletiou-Christou <i>et al.</i> , 1998

Tableau 1. Quelques données chimiques sur le genre *Thymelaea*.

Thymelaea lythroides est un arbrisseau atteignant jusqu'à 2 m. De la racine principale en pivot enfoncée sur plus d'un mètre de profondeur se détachent des racines secondaires. L'axe aérien se ramifie dès la base et les tiges qui en divergent sont dressées et entièrement ligneuses. Le feuillage est d'un vert sombre persistant, tout en notant que les parties inférieures des tiges sont nues. Les feuilles sont petites, de 2 à 5 mm, entières, sessiles, imbriquées sur les pousses de l'année et étalées sur les rameaux plus âgés. La face inférieure est convexe et glabre alors que la face supérieure est concave et recouverte d'un abondant tomentum blanchâtre. La nervure est médiane, visible sur les trois quarts de sa longueur.

Les fleurs petites, de 5 mm, sont groupées en inflorescences capituliformes sur des rameaux courts. Elles sont nombreuses (jusqu'à 12-14), subsessiles et insérées les unes à côté des autres par l'intermédiaire d'un court pédicelle sur l'extrémité renflée de l'axe de l'inflorescence. Le pédicelle porte de longs poils qui recouvrent la base de la fleur. Le calice pétaloïde (ou périgone), poilu à l'extérieur, glabre à l'intérieur, se divise à la partie supérieure en quatre (rarement cinq) lobes. Les pétales sont nuls. Les fleurs mâles sont verdâtres alors que les fleurs femelles sont plutôt jaunâtres. Les deux sexes sont rarement situés sur le même pied. L'espèce peut être considérée comme dioïque. Les huit étamines sont insérées sur deux cycles. Les filets sont courts et les anthères sont constituées de deux loges polliniques volumineuses. Le tube de la fleur femelle est urcéolé, l'ovaire est supère, oblong, légèrement atténué à la base, finement velu. Le style est terminal, terminé par un stigmate légèrement papilleux. La période de floraison au Maroc débute à partir du mois de juillet et s'étale jusqu'en mars si les

conditions climatiques sont bonnes. Le fruit est un akène accompagné du calice persistant. La graine présente un tégument externe noir, rugueux, assez dur. L'albumen est peu abondant et l'embryon droit (Métro et Sauvage, 1955 ; Ganière, 1964).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel végétal

La plante étudiée a été récoltée dans la forêt de Mamora (à 40 Km au Nord de Rabat). Les feuilles ont été séchées à l'ombre et à l'abri de l'humidité et sont stockées soigneusement en vue de leurs analyses.

Un spécimen d'herbier est déposé à la faculté des Sciences d'Agadir (Université Ibn Zohr – Maroc).

Hydrolyse acide

Pour la recherche des aglycones flavoniques et des anthocyanidines, une hydrolyse est effectuée sur 2 g de matériel végétal qui sont placés en présence de 160 ml de HCl 2 N froid. Les solutions sont ensuite placées au bain-marie à 100 C° pendant 40 min. Après refroidissement, les anthocyanes et les aglycones sont extraits comme suit:

Extraction des polyphénols

1- Pour les aglycones: la phase aqueuse acide est extraite 2 fois par l'éther éthylique. Les extraits obtenus, de couleur jaune, sont mis à évaporer sous une hotte ventilée, puis repris dans quelques millilitres d'éthanol 95°. Le dosage différentiel des flavones et des flavonols est effectué en se basant sur les propriétés chélatantes d'AlCl₃ à 1 % en solution dans l'éthanol 95°. La mesure de la densité optique est effectuée au spectrophotomètre UV-visible (Spectrophotomètre UV visible, type Hp Vectra, programme Chemstations software) entre 380 et 460 nm, après 10 min. La hauteur du

pic différentiel est proportionnelle à la concentration de l'échantillon en aglycones flavoniques. Les flavones ont un maximum d'absorption entre 390 et 415 nm, alors que celui des flavonols est compris entre 420 et 440 nm (Jay *et al.*, 1975).

2- Pour les anthocyanes: la phase aqueuse est extraite 2 fois au n – butanol, qui extrait les anthocyanidines de couleur rouge. Celles-ci ont un maximum d'absorption entre 530 et 560 nm et la DO est mesurée au spectrophotomètre entre 480 et 600 nm.

Purification et identification des molécules

1- Les aglycones flavoniques

Une séparation préliminaire est d'abord effectuée par chromatographie sur papier Whatman N°1 et sur silice (Silice gel pour TLC, type CAMAG 032.0001), en utilisant comme solvant de l'acide acétique à 2 % pour les acides phénols et à 60 % pour les aglycones flavoniques. Les fractions obtenues sont éluées et purifiées sur colonne de polyamide (en utilisant comme éluant du méthanol pur). Les composés ainsi obtenus sont identifiés après analyses spectrophotométriques en comparant leurs propriétés physiques et spectroscopiques avec celles de la littérature et des témoins (Sigma) (Rf; fluorescence et séries spectrales).

2- Les anthocyanes

L'extrait n-butanolique est soumis à une

CCM sur papier whatman n° 1 avec du Folestal comme solvant.

Les bandes ainsi obtenues sont éluées du papier dans quelques millilitres d'HCl 0,1% et EtOH 95°. Les spectres sont enfin enregistrés au spectrophotomètre entre 220 et 600 nm. Leur déplacement sont étudiés après ajout de quelques gouttes d'Al Cl₃ à 1% dans l'EtOH 95°.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1-Aglycones flavoniques

Le screening phytochimique de *Thymelaea lythroides*, effectué pour la première fois, avait mis en évidence divers métabolites secondaires dont les flavonoides. Les analyses effectuées avaient montré, sous UV, différentes fluorescences correspondantes à des hétérosides flavoniques, entre autres les flavonols, les flavones et les acides phénols (Dohou *et al.*, 2003). Ces métabolites ont des rôles très importants dans la pigmentation des fleurs et des fruits, la protection des plantes contre les herbivores, contre les radiations U.V... De plus, ce sont des antihépatotoxiques, anti-allergiques, antioxydants, anti-inflammatoires, antivirales, anti-tumorales, anticancéreuses et anti-spasmodiques (Bate-Smith, 1954 ; Asad *et al.*, 1998; Di Carlo *et al.*, 1999).

Dans notre étude, la purification des aglycones flavoniques sur colonne de

Classe	Molécules	Rf	Fluorescence	λ max en nm
Acides phénols	l'acide caféique	0.79	Bleue	235 – 290 – 328
	l'acide gentisique	0.82	Bleue	237 – 333
	kaempférol	0.51	Jaune	266 - 369
Aglycones flavoniques	quercétine	0.34	Jaune	255 - 369
	l'hydroxy-6 lutéoline	0.36	Violette	284 – 347
	Méthyle-7 lutéoline	-	Violette	255 – 349

Tableau 2. Principaux aglycones flavoniques identifiés chez *Thymelaea lythroides*.

polyamide nous a permis d'isoler différentes molécules (tab. 2). Ainsi, en comparant leurs différentes propriétés physiques et spectroscopiques avec celles de la littérature (Lebreton *et al.*, 1967; Voirin, 1983; Jay *et al.*, 1975; Idrissi-Hassani, 1985; Touati, 1985), nous avons pu identifié un flavonol, le kaempférol (λ_{max} : 266 - 369 nm). Nous rapportons ici et pour la première fois la présence de ce flavonol chez les feuilles de *Thymelaea lythroides*, alors que Touati (1985) l'a identifié chez *Thymelaea hirsuta*. Celle-ci contient aussi du Kaempférol-3- β coumaroylglucoside (=Tilliroside) (Ismail, 1978). Nous avons également mis en évidence d'autres flavonols, dont la quercétine (λ_{max} : 255–369 nm). De nombreux dérivés (de fluorescence jaune) sont en cours d'identification.

Concernant les flavones (de fluorescence violette), qui sont apparemment plus abondants chez la plante que les flavonols, nous avons pu révéler la présence de l'hydroxy-6 lutéoline (λ_{max} : 284–347 nm) et du Méthyle lutéoline (λ_{max} : 255–349 nm). De même, de nombreux dérivés sont présents de fluorescence sombre. Nous avons noté une grande vitesse de dégradation de ces molécules qui doivent être fortement hydroxylées, comme l'a rapporté Touati en 1985 chez *Thymelaea hirsuta*.

Pour les acides phénols, nous en avons identifié deux : l'acide caféique (λ_{max} : 235–290–328 nm) et l'acide gentisique (λ_{max} : 237 – 333 nm). Nous avons aussi mis en évidence la présence de différentes autres molécules, dont l'isolement et

l'identification sont en cours.

Les études antérieures ont mentionné la présence d'une diC-glycosylapigénine : la vicénine-2 chez les feuilles de *Thymelaea hirsuta* (Nawwar *et al.*, 1977), en plus de différentes structures coumariniques telles que : la daphnéatine, l'ombélliférone, la scopolétine et l'esculétine (Rizk *et al.*, 1975). Par contre, chez le deuxième genre principal de la famille des Thyméléacées, *Daphne*, la littérature est riche en informations concernant les flavonoides. On y a ainsi, rapporté la présence de kaempférol, de quercétine, d'apigénine et de ses dérivés, de lutéoline et de ses dérivés, de C-glycoflavones comme l'orientine et l'isoorientine... (Touati, 1985).

2-Anthocyanes

Les CCM effectuées à partir d'aliquotes de la phase butanolique ont permis d'observer, chez les feuilles de *Thymelaea lythroides*, l'existence de deux bandes majoritaires de coloration pourpre et rouge. Donc en comparaison avec l'arganier dont les deux anthocyanidines majeures sont connues (delphinidine et cyanidine) et en comparant leurs propriétés physiques (couleur et Rf) avec celles données dans la littérature (Idrissi-Hassani, 1985 ; Ribéreau-Gayon, 1968), nous avons identifié deux principales anthocyanidines chez les feuilles de la plante étudiée et qui sont la delphinidine et la cyanidine (Tableau 3), avec une concentration de la delphinidine supérieure à celle de la cyanidine. La présence de ces molécules dans les feuilles pourrait expliquer la raison pour laquelle la

Molécules	Couleur	Rf	λ max en nm	Déplacement en présence d'AlCl ₃
Delphinidine	Pourpre	0.31	550	+ 12
Cyanidine	Rouge	0.48	545	+ 13

Tableau 3. Principales anthocyanes identifiées chez *Thymelaea lythroides*.

plante n'est pas broutée par le bétail. En effet, les proanthocyanes sont réputées comme étant des molécules répulsives et/ou toxiques.

CONCLUSION

Malgré l'importance biologique et médicinale de *Thymelaea lythroides*, cette espèce n'a été étudiée que de point de vue botanique et écologique. Et pourtant, la présente étude a démontré la grande richesse de la plante en polyphénols, produits naturels antioxydants, à intérêt considérable dans le domaine pharmacologique. Ce travail apporte donc une contribution phytochimique à la connaissance de la plante et permet ainsi, de mieux comprendre les propriétés pharmacodynamiques des extraits de *Thymelaea lythroides*. Il serait donc très intéressant de l'exploiter pour la recherche de ses principes actifs, responsables de ces propriétés pharmacologiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABOU-KARAM, M., N.S. EI-SHAER, & W.T. SHIER -1998- Inhibition of oncogene product enzyme activity as an approach to cancer chemoprevention. Tyrosine-specific protein kinase inhibition by daphnoretin from *Thymelaea hirsuta* root. *Phytother. Res.* 12 (4): 282-284.
- ASAD, S. F. , S. SINGH, A. AHMAD & S. M. HADI -1998- Flavonoids : antioxydants in diet and potentiel anticancer agents. *Medical Science Research.* 26: 273 -728.
- BATE-SMITH, E. C. -1954- The phenolic constituents of plants and their taxonomic significance. *J. Linn. Soc. of London* 58 (371), p. 95.
- BROOKS, G., A.T. EVANS, A. AITKEN, F.J. EVANS, A.F.M. RIZK, F.M. HAMMOUDA, M.M. EI-MISSIRY & S.E. ISMAIL -1990- Daphnane diterpenes of *Thymelaea hirsuta*. *Phytochemistry* 29 (7): 2235-2237.
- CHERITI, A. & K. SEKKOUM -1995- Phytochemical investigation of *Thymelaea microphylla* growing in Algeria. *Acta Chim. Slovenica* 42 (3): 373-374.
- DI CARLO, G., N. MASCOLO, A. A. IZZO, & F. CAPASSO -1999- Flavonoids: old and new aspects of class of natural therapeutic drugs. *Life Sciences* 65: 337-353.
- DOHOU, N., N. GMIRA, L. DOUMI, & M. HMAMOUCHE -2001- *Valorisation des sous produits de plantes médicinales endémiques de la région du gharb: cas de l'espèce de Thymelaea lythroides*. Premier congrès de l'AMPEPM: «Plantes médicinales: biologie et santé». 01-03 novembre 2001. Université Ibn Tofail. Faculté des Sciences de Kénitra. p: 45.
- DOHOU, N., L. DOUMI, N. GMIRA, & M. HMAMOUCHE -2002a- *Valorisation des substances naturelles de Thymelaea lythroides (Barr. & Murb.)*. Symposium International (RPMA). « Plantes médicinales, santé, environnement au service du développement ». 02-04 mai 2002. Université Med V. Faculté de Médecine et de pharmacie de Rabat. p: 38.
- DOHOU, N., L. DOUMI, N. GMIRA, & M. HMAMOUCHE -2002b- *Valorisation des substances naturelles de Thymelaea lythroides (Barr. & Murb.)*. 3^{ème} Rencontre Andalou - Marocaine sur la Chimie des Produits Naturels. 29-31 mai 2002. Université de Cádiz, Espagne. p: PO-V06.
- DOHOU, N., K. YAMNI, S. TAHROUCH , L. M. IDRISSE HASSANI, A. BADO & N. GMIRA -2003- Screening phytochimique d'une endémique ibéro marocaine, *Thymelaea lythroides*. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux* 142: 61-78.
- EL-BEHEIRY, M.A.H. -2000- Evaluation of the organic composition of *Thymelaea hirsuta* populations in Egypt. *Bull. Fac. Sci., Assiut Univ., D: Botany* 29 (1): 375-383.
- FENNANE, M., M. IBN TATTOU, F.M. RAIMONDO, & B. VALDÉS -1998- *Catalogue des plantes vasculaires rares, menacées ou endémiques du Maroc*. Edited by Francesco M. Raimondo, Benito Valdés, Palermo : Published under the auspices of OPTIMA by the Herbarium Mediterraneum Panormitanum «Boccone», ISSN 1120-4060, 8, 243 p.
- GANIERE, S. -1964- *Etude anatomique des Thymelaea du Maroc*. Cahiers de la Fac. des Sciences de l'Université Med V. Série de Biologie Végétale. Rabat. N° 5, 67 p.

- GARCIA-GRANADOS, A. & A. SAENZ DE BURUAGA -1980a- Thymeleaceae photochemistry. I. Diterpenes, triterpenes and sterols of *Thymelea hirsuta* L. leaves. *Anales Quim., Ser. C: Quim. Org. Bioquim.* 76 (1): 94-95.
- GARCIA-GRANADOS, A. & J.M. SAENZ DE BURUAGA -1980b- Thymeleaceae photochemistry. II. Flavone and coumarin components of *Thymelea tartonraira* L. *Anales Quim., Ser. C: Quim. Org. Bioquim.* 76 (1): 96-97.
- GHARBO, S.A., S.M. KHAFAGY, & T.M. SARG -1970- Phytochemical investigation of *Thymelaea hirsuta*. *U. Arab Rep. J. Pharm. Sci.* 11 (1): 101-106.
- GEORGE, V. & A.K. RISHI -1982- Constituents of *Thymelaea passerina*. *Fitoterapia* 53 (5-6): 191-192.
- IDRISSI-HASSANI, L. M. -1985- *Etude de la variabilité flavonique chez deux conifères méditerranéennes : le pin maritime Pinus pinaster Ait et le genévrier thurifère Juniperus thurifera L.* Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle. Université Claude Bernard. Lyon I. 171 p.
- ISMAIL, S. I. -1978- Tiliroside (kaempferol-3-p-coumaroylglucoside) from *Thymelaea hirsuta*. IV. *Fitoterapia* 49 (4): 156 - 159.
- JAY, M., J. F. GONNET, E. WOLLENWEBER, & B. VOIRIN -1975- Sur l'analyse qualitative des aglycones flavoniques dans une optique chimiotaxonomique. *Phytochemistry* 14: 1605 - 1612.
- LEBRETON, PH., M. JAY, & B. VOIRIN -1967- Sur l'analyse qualitative et quantitative des flavonoides. *Chimie analytique* 49 (7): 375-383.
- MELETIOU-CHRISTOU, M.S., G.P. BANILAS, & S. DIAMANTOGLOU -1998- Seasonal trends in energy contents and storage substances of the Mediterranean species *Dittrichia viscosa* and *Thymelaea tartonraira*. *Environmental and Experimental Botany* 39 (1): 21-32.
- MÉTRO, A. & CH. SAUVAGE -1955- *Flore des végétaux ligneux de la Mamora*. Edit. La Nature au Maroc. Rabat. pp : 380-381.
- NAWWAR, M. A. M., M. S. ISHAK, A. D. SHERBIENY & S. A. MESHAAAL -1977- Flavonoids of *Reaumuria mucronata* and *Thymelaea hirsuta*. *Phytochemistry* 16: 1319-1320.
- RIBEREAU-GAYON, J. -1968- *Les composés phénoliques des végétaux*. Traité d'œnologie. Edition Dunod, Paris, 254 pages.
- RIZK, A.M., F.M. HAMMOUDA, S.E. ISMAIL, M.M. EL-MISSIRY & F.J. EVANS -1984- Irritant resiniferonol derivatives from Egyptian *Thymelaea hirsuta* L. *Experientia* 40(8): 808-809.
- RIZK, A. M., F. M. HAMMOUDA, & S. I. ISMAIL -1975- Phytochemical investigation of *Thymelaea hirsuta*, III, Coumarins. *Acta chimica Academiae scientiarum Hungaricae* 85(1): 107-115.
- RIZK, A.M. F.M. HAMMOUDA, & S.I. ISMAIL -1974- Phytochemical investigation of *Thymelaea hirsuta*. II. Lipid fraction. *Plant Med.* 26 (4): 346-358.
- RIZK, A.M. & H. RIMPLER -1972- Isolation of daphnoretin and Δ^5 -sitosterol- β -D-glucoside from *Thymelaea hirsuta*. *Phytochemistry* 11 (1): 473-475.
- SALEH, M.R.I., D.Y. HADDAD, & T.M. SARG -1965- Isolation of the crystalline principle, thymelol, from leaves of *Thymelaea hirsuta*. *U. Arab Rep. J. Pharm. Sci.* 4: 49-56.
- SAMMOUR, R.H. & A. EL-DIN SHARAF -1988- Qualitative study on seed proteins of *Thymelaea hirsuta* L. Populations. *Delta Journal of Science* 12 (1): 290-312.
- TOUATI, D. -1985- *Contribution à la connaissance du profil biochimique des dicotylédones buissonnantes et arbustes de la Méditerranée*. Thèse de 3^{ème} cycle. Université Claude Bernard, Lyon I, 168 pages.
- VOIRIN, B. -1983- UV spectral differentiation of 5-hydroxy and 3-methoxyflavones with mono-(4'), di-(3',4') or tri-(3',4',5')-substituted rings. *Phytochemistry* 22 (10): 2107-2145.
- YANZE, L. & JI CHUNRU -1987- Chemical constituents and pharmacological actions of Thymelaeaceous plants. *Zhongcaoyao* 18 (2): 80-89.

Acceptado para su publicación en abril de 2004

Direction des auteurs. N. Douhou et N. Gmira: Laboratoire de Botanique et d'Ecologie Végétale, Faculté des Sciences de Kénitra, Maroc. K. Yamni: Laboratoire de Botanique et de Protection des Plantes, Faculté des Sciences de Kénitra, Maroc. L.M. Idrissi Hassani: Laboratoire de Symbiotes Racinaires et Biochimie Végétale, Faculté des Sciences d'Agadir, Maroc.