

Fatima Ezzahra El Alaoui-Faris

Etude comparative de quelques espèces marocaines rattachées au genre *Carum* (*Apiaceae*)

Résumé

El Alaoui-Faris, F. E.: Etude comparative de quelques espèces marocaines rattachées au genre *Carum* (*Apiaceae*). — Fl. Medit. 15: 599-609. 2005. — ISSN 1120-4052.

La structure des épidermes foliaires, fruits et pollens de sept espèces appartenant au genre *Carum* L. a été étudiée en microscopies photonique et électronique à balayage. Les feuilles sont glabres, ont une ornementation spécifique, où deux types principaux de structures ont été notées (réticulée-plissée et microplissée) avec une différence nette entre les faces inférieure et supérieure de l'épiderme. Le fruit est glabre, aptère et muni de 5 côtes primaires pourvues chacune d'un canal sécréteur en partie apicale. En coupe, le péricarpe présente un mésocarpe subdivisé en deux couches: le leptocarpe externe, à 2-5 assises cellulaires et le sclérocarme, interne, formé d'une assise de stéréides couchées. Au MEB, les fruits des espèces marocaines endémiques montrent des stomates et chez l'espèce *C. proliferum* s'y ajoutent des cellules glanduleuses tandis que chez *C. carvi* et *C. verticillatum* ces cellules et stomates font défaut. Au M. Ph. le pollen est isopolaire, longiaxe à ectoaperture souvent longue et un type pollinique généralement subrectangulaire; seul *C. carvi* se distingue par un type équatorial-constricté. L'exine peu épaisse au niveau polaire et subpolaire augmente d'épaisseur au niveau équatorial. Au MEB la surface tectale est ornementée: elle peut être striée, striée-rugulée ou rugulée avec ou sans différence entre les niveaux polaire et équatorial. Malgré leur origine très différente, l'étude de ses espèces ne révèle qu'une faible corrélation des caractères choisis avec les conditions environnementales.

Introduction

Dans la flore marocaine la famille des *Apiaceae* compte 175 espèces et sous-espèces (dont une quarantaine sont des endémiques) réparties en 64 genres; elle occupe ainsi le septième rang parmi les angiospermes marocaines. Le genre *Carum* L., selon le catalogue des plantes du Maroc (Jahandiez & Maire 1931-1934) compte neuf espèces dont six sont des endémiques strictes qui sont: *Carum asinorum* Litard. & Maire, *C. atlanticum* Litard. & Maire, *C. iminouakense* Quézel, *C. jahandiezii* Litard. & Maire, *C. lacuum* Emb. et *C. proliferum* Maire. L'espèce *C. foetidum* (Coss. & Durieu ex Batt.) Drude est une endémique iberico-maghrébine alors que *C. carvi* L. et *C. verticillatum* (L.) W. D. J. Koch sont communes à la flore marocaine et européenne. *Carum carvi* est fort probablement introduit au Maroc car l'aire de répartition de ce taxon se limite à l'Asie et à l'Europe. En effet, cette espèce est connue depuis l'Antiquité par son emploi en médecine (son essence déter-

pénée est la première du genre qui fut introduite dans le commerce courant), en gastronomie (les fruits en raison de leur arômes très prononcés sont appréciés, en particulier en pâtisserie, par les Arabes; par les Anglais qui en parfument leurs sauces et par les Allemands qui les utilisent dans la choucroute, les saucissons, le pain et pour donner à la liqueur de kummel ce goût qui lui est particulier) et même en hygiène puisque servant à la confection de pâtes dentifrices (Oury 1984).

Dans la littérature, peu de travaux se rapportent au genre *Carum* excepté *C. carvi* pour qui Guyot (1966) rapportait le type stomatique, Cerceau-Larrival (1962) qui a précisé certaines caractéristiques palynologiques et sinon, l'apport de nombreuses flores sur la taille et le nombre de bandelettes de nombreuses espèces. Au Maroc, les taxons qui se rattachent à ce genre n'avaient jamais été étudiés jusqu'ici dans leur totalité seul, Emberger, dans les *Matériaux pour la flore marocaine* (1935), signale une clé de détermination des *Carum* marocains.

Le but de cette étude est de décrire les macro- et microcaractères des feuilles, fruits et pollens des espèces du genre *Carum* au Maroc hormis *C. asinorum* et *C. foetidum* qui, par manque de matériel, n'ont pas pu être étudiés. Par ailleurs, étant donné l'aire de répartition très particulière des espèces marocaines, nous souhaitons vérifier l'existence ou non de corrélation des caractères choisis avec les conditions environnementales.

Matériel et méthodes

Sept espèces appartenant au genre *Carum* L., ont été étudiées. Les échantillons analysés proviennent tous de l'Herbier de l'Institut Scientifique de Rabat (RAB) ou bien de collections particulières.

Parmi ces espèces quatre taxons sont des endémiques du Haut Atlas se sont: *Carum atlanticum* (E) Litard. & Maire; RAB 28063, Haut Atlas, Toubkal, 3250 m; RAB 39451, Haut Atlas, Ghat, 3000 m; RAB 39457, Haut Atlas, 3000 m; RAB 39458, Haut Atlas, Ghat, 3000 m; Haut Atlas, Bassin de l'Ourika, 3250 m. *C. iminouakense* Quézel; RAB 28060, Haut Atlas, Imi n'ouka. *C. lacuum* Emb.; RAB 39479, Haut Atlas, Imilchil. *C. proliferum* (E) Maire; RAB 28062, Haut Atlas, Toubkal, 3500 m; RAB 39464, Haut Atlas, Ghat, 3000 m; Haut Atlas, Bassin d'Azzaden, 3200 m.

Une espèce est endémique du Moyen Atlas: *C. jahandiezii* Litard. & Maire; RAB 39468, Moyen Atlas, Khenag Rerzoul, 1900 m; RAB 39469, Moyen Atlas, Guigou, 1900 m; RAB 39470, Moyen Atlas, Sources Guigou; RAB 39472, Moyen Atlas, Guigou.

Tandis que deux espèces sont méditerranéennes: *C. carvi* L.; Université de Rabat; Cultivée à Rabat; et *C. verticillatum* (L.) W. D. J. Koch; RAB 39475, Moyen Atlas, Oulmès; RAB 39476, Rif, Issaguen, 1600 m; RAB 39481, Moyen Atlas, Tazeka, 1500 m; RAB 39486, Rif, Beni-Seddat.

Phytodermologie

L'observation des stomates est effectuée sur des lambeaux d'épidermes prélevés sur des échantillons d'herbier, montés dans l'eau après réimbibition à l'ébullition d'un fragment de feuille. Les mensurations de la longueur et la largeur des stomates ainsi que les dessins sont réalisés sur un photomicroscope Carl Zeiss muni d'une chambre claire (x 8) et l'attri-

bution du type stomatique est établi selon Guyot (1966). Par ailleurs, des fragments de feuilles ont été observés, sans préparation préalable, au microscope électronique à balayage (MEB) après une métallisation à l'or-palladium.

Carpologie

L'étude anatomique du fruit est réalisée sur des coupes transversales au niveau médian de 3 à 5 méricarpes par population. Les coupes sont colorées selon les techniques classiques d'anatomie et observées au M. Ph. Pour l'interprétation du péricarpe, nous avons adopté la description de Safina & Pimenov (1990). Les observations des fruits au MEB sont réalisées, sans préparations préalables, après une métallisation à l'or-palladium.

Palynologie

Les anthères sont prélevées puis acétolysées selon la méthode d'Erdtman (1960), puis le matériel est subdivisé en deux fractions. L'une, pour l'étude au M.Ph., est montée entre lame et lamelle dans de la gélatine glycinée et sont notées, pour 50 grains de pollen par population, l'axe polaire P, le diamètre équatorial E, l'épaisseur de l'exine aux niveaux polaire EEP, subpolaire EEZ et équatorial EEE (système apertural de face) ainsi que la longueur de l'ectoaperture LECA, la hauteur et la largeur de l'endoaperture hENA-IENA. L'autre, pour les observations au MEB, où, après métallisation par pulvérisation d'un mélange or-palladium, les caractéristiques du tectum sont notés pour chaque taxon. La terminologie adoptée est celle de Cerceau-Larrival (1962) et Roland-Heydacker & Cerceau-Larrival (1978).

Résultats et discussion

Dans le Tableau 1 sont résumés quelques caractéristiques relatives aux différents caractères analysés.

1. Epidermes foliaires

Au M. Ph. tous les épidermes apparaissent homogènes, glabres à contours cellulaires droits ou ondulés et présentent des stomates sur les deux faces foliaires. La taille des stomates est variable; la longueur moyenne varie de 20 μm à 30 μm et la largeur est comprise entre 16 μm et 20 μm ; les espèces du Haut Atlas ont toutes des stomates de petite taille. Chaque stomate est au contact de trois parfois quatre cellules mais très rarement de deux ou cinq cellules. Ainsi les stomates sont soit de type anisocytique mésogène (type 6) soit de type 6' ou 7. En effet, dans le cas où quatre cellules entourent le stomate, le type stomatique peut être de type 6': tétracytique rattachable au type anisocytique ou bien être de type 7: tétracytique (Guyot 1966). Les types 2 (anisocytique méso-périgène), 3 (anisocytique méso-périgène) voire 4 (stomate bicytique paracytique) et 5 (stomate bicytique diacytique) sont également observés mais restent très minoritaires. Les différents types stomatiques cités sont présents chez chaque taxon à degré variable; cependant le type 6 reste dominant à côté des types 6' et 7, les autres types étant minoritaires tels que chez les espèces *C. atlanticum*, *C. carvi*, *C. iminouakense* et *C. verticillatum*; ou bien l'inverse se présente, se sont alors les types 6' et 7 qui deviennent dominants à côté du type 6, les autres types étant toujours minoritaires tels que chez *C. lacuum*, *C. jahandiezii* et *C. proliferum*.

Tableau 1. Caractéristiques stomatiques, carpologiques et palynologiques des *Carum* étudiés. Les chiffres entre parenthèses indiquent la rareté.

Taxons		<i>C. atl.</i>	<i>C. imi.</i>	<i>C. pro.</i>	<i>C. lac.</i>	<i>C. jah.</i>	<i>C. car.</i>	<i>C. ver.</i>
Stom.	L μm	20 \pm 0.3	20 \pm 0.2	22 \pm 0.1	25 \pm 0.3	28 \pm 0.1	28 \pm 0.2	27 \pm 0.2
	l μm	16 \pm 0.1	16 \pm 0.1	16 \pm 0.2	17 \pm 0.3	20 \pm 0.3	19 \pm 0.2	20 \pm 0.3
	Formule stomatique	6 - (6',7)	6 - (6',7)	6',7- (6)	6',7- (6)	6',7- (6)	6 - (6',7)	6 - (6',7)
Fr.	Nb BDV	1	1	1	1	3	1	1
	Nb BDC	2	2	2	2	2	2	2
Palynologie	Axe polaire (P μm)	28.2 \pm 0.6	26.0 \pm 1.0	25.9 \pm 0.2	30.0 \pm 0.1	29.5 \pm 0.2	29.6 \pm 0.8	28.6 \pm 0.5
	Diam.équator. (E μm)	14.4 \pm 0.1	13.6 \pm 0.6	14.2 \pm 0.1	14.6 \pm 0.2	13.9 \pm 0.1	14.4 \pm 0.2	15.4 \pm 0.2
	P/E	1.95	1.91	1.83	2.05	2.13	2.06	1.85
	Long. ectoaperture (μm)	23.4 \pm 0.2	19.8 \pm 0.1	19.9 \pm 0.1	19.8 \pm 0.1	19.5 \pm 0.2	16.0 \pm 0.1	24.5 \pm 0.5
	P/ECA	1.20	1.31	1.30	1.51	1.51	1.85	1.16
	Larg. endoaperture (μm)	6.1 \pm 0.1	4.6 \pm 0.8	4.9 \pm 0.7	5.3 \pm 0.5	5.5 \pm 0.9	4.6 \pm 0.6	7.8 \pm 0.1
	Haut. endoaperture (μm)	2.2 \pm 0.2	1.8 \pm 0.9	1.7 \pm 0.6	2.6 \pm 0.8	2.6 \pm 0.5	2.1 \pm 0.1	2.6 \pm 0.7
	Epai. ex.ine (pôle) (μm)	1.3 \pm 0.1	1.6 \pm 0.2	1.4 \pm 0.3	1.7 \pm 0.1	1.9 \pm 0.2	1.8 \pm 0.1	1.7 \pm 0.1
	Epai. ex.ine (subpolaire) (μm)	1.2 \pm 0.2	1.6 \pm 0.1	1.3 \pm 0.1	1.7 \pm 0.5	1.9 \pm 0.3	1.9 \pm 0.1	1.8 \pm 0.2
	Epai. ex.ine (équateur) (μm)	2.4 \pm 0.1	2 \pm 0.3	2.5 \pm 0.3	2.1 \pm 0.2	2.1 \pm 0.1	3.3 \pm 0.3	2.1 \pm 0.5
	Type polinique	(Rg)	(Rg)	(Rg)	(Rg)	(Rg)	(E)	(O)-(Rg)
	Surface tectale (pôle)	striée-rugulée	striée	striée	striée-rugulée	striée	rugulée	rugulée
	Surface tectale (équateur)	striée-rugulée	striée-rugulée	striée-rugulée	rugulée	striée-rugulée	rugulée	rugulée

Ainsi chaque taxon montre une formule stomatique dans laquelle plusieurs types coexistent comme cela fut signalé par de nombreux auteurs aussi bien au sein des *Apiaceae* que chez d'autres Angiospermes (Guyot 1966, 1977; Bessis & Guyot 1973; Decamps 1974; Cauwet-Marc 1976; El Alaoui-Faris 1993; Tahiri 2000). Ajoutons que dans le genre *Carum*, seul *C. carvi* était rapporté par Guyot (1966), chez le quel l'auteur note les aspects anomocytique, anisocytique et diacytique que nous avons également observé chez nos deux populations rattachées à cette espèce.

Au M.E.B. la surface épidermique est structurée. Elle peut être réticulée avec des cellules visibles ou microplissée sans limites cellulaires, selon les taxons. Par ailleurs chez certaines espèces: *C. atlanticum*, *C. iminouakense*, *C. proliferum* et *C. lacuum* (toutes endémiques du Haut Atlas) on a remarqué une différence entre l'ornementation des épidermes inférieurs et celle des épidermes supérieurs.

Les taxons à épiderme inférieur réticulé peuvent être subdivisés en deux groupes:

— Un premier groupe formé par *C. jahandiezi* et *C. lacuum*, chez qui l'épiderme présente un réseau de cellules (qui constitue l'ornementation primaire) où la surface cellulaire peut être lisse ou ornementée, ça et là, par des plis groupés et non orientés (Fig. 1, ph. 1 et 3).

— Un deuxième groupe rassemblant les espèces *C. carvi* et *C. verticillatum*, chez qui l'épiderme présente un réseau de cellules dont le contour est toujours enfoncé mais la surface ornementée de nombreux microplis orientés toujours dans le plan de l'ostiole (Fig. 1, ph. 5 et 7).

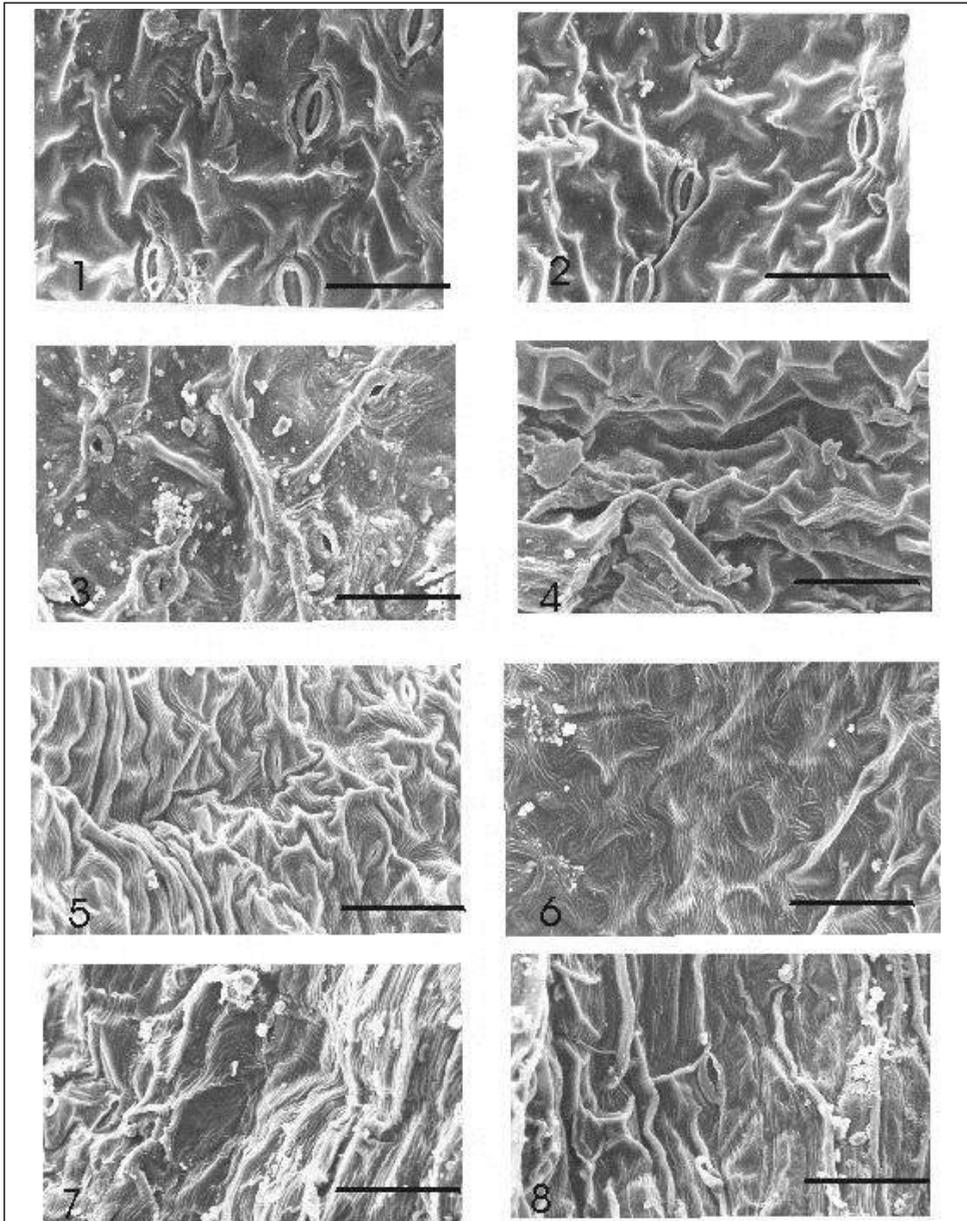


Fig. 1.
1, 3, 5 et 7: faces inférieures d'épidermes foliaires. **2, 4, 6 et 8:** faces supérieures d'épidermes foliaires.
1 et 2. *C. jahandiezii*, Guigou: un maillage cellulaire est visible où la surface des cellules apparaît presque lisse. **3 et 4.** *C. proliferum*, GA (Ghat): l'ornementation primaire est visible où la surface cellulaire présente des plis peu nombreux, groupés et non orientés. **5-6.** *C. carvi*, Rabat et **7-8.** *C. verticillatum*, MA (Tazeka): la surface cellulaire est ornementée de nombreux microplis orientés toujours dans le plan de l'ostiole du stomate. - Echelle : 1-8 : barre = 20 µm.

Les espèces à épiderme inférieur plissé sans limites cellulaires correspondent à *C. atlanticum*, *C. iminouakense* et *C. proliferum*; ils ont une surface épidermique qui peut être homogène à microplis orientés (*C. iminouakense*) ou hétérogène (*C. atlanticum* et *C. proliferum*). Chez ces deux dernières espèces, en plus des plis apparaissent des expansions plus ou moins développées sans aucune orientation apparente (Fig. 2, ph. 1).

L'observation des épidermes supérieurs a permis de remarquer le même type d'ornementation que celle des épidermes inférieurs uniquement chez *C. carvi*, *C. verticillatum* et *C. jahandiezii*. En effet, chez *C. atlanticum*, *C. iminouakense*, *C. lacuum* et *C. proliferum*, les deux faces épidermiques sont hétérogènes (Fig. 1, ph. 3 et 4; Fig. 2, ph. 1 et 2). Ce dernier caractère auquel s'ajoutent les stomates réduits est peut-être lié à un facteur du milieu car ces quatre taxons sont des endémiques de haute montagne.

2. Carpologie

Tous les fruits sont glabres et comme toutes les *Apiaceae* sont formés de deux méricarpes. Chaque méricarpe comporte une face commissurale plane, deux faces latérales développées et une face dorsale plus ou moins bombée selon les taxons (Fig. 2, ph. 3). En coupe transversale, seul le péricarpe de quatre espèces: *C. atlanticum*, *C. proliferum*, *C. carvi* et *C. verticillatum* a pu être analysé. Chez ces espèces chaque méricarpe présente 5 côtes primaires peu saillantes, filiformes chez *C. carvi* et *C. verticillatum* et relativement plus épaisses chez *C. atlanticum* et *C. proliferum*. Chaque côte est accompagnée d'un canal sécréteur situé au-dessus des faisceaux libéro-ligneux, ces derniers étant peu nombreux chez les taxons marocains endémiques; la côte est par ailleurs occupée par des cellules à grosse lumière. Entre les côtes il y a une dépression ou vallécule. Chaque vallécule renferme une poche sécrétrice ou « bandelette » de forme ovale et dont la taille est réduite chez les taxons marocains. Au niveau commissural seules 2 bandelettes sont observées. L'albumen est à contour général souvent pentagonal et le péricarpe, enveloppant la graine, est de forme pentagonale et présente de l'extérieur vers l'intérieur (Fig. 2, ph. 4):

l'ectocarpe: il apparaît formé par une seule assise épidermique;

le mésocarpe qui se subdivise en deux couches:

* le leptocarpe vers l'extérieur, formé souvent de trois à cinq assises parenchymateuses *

le scléocarpe vers l'intérieur, constitué d'une assise de stéréides; il forme ainsi une ceinture très étroite séparant le mésocarpe de l'ensemble endocarpe-graine;

l'endocarpe composé d'une seule assise de cellules.

Au M.E.B., l'observation du niveau moyen de la face dorsale du fruit montre une ornementation spécifique où des stomates sont visibles sur tous les méricarpes hormis ceux de *C. carvi* et *C. verticillatum*. Aussi les six espèces analysées peuvent être subdivisées en deux groupes:

L'un formé par *C. iminouakense*, *C. jahandiezii* et *C. proliferum*; il se distingue par une surface épidermique où apparaît un réticulum formé par un maillage d'origine cellulaire dont les parois sont enfoncées tandis que leur surface est parcourue par des microplis parallèles chez *C. jahandiezii* et *C. iminouakense* (Fig. 2, ph. 5) ou en mélange parallèles et enchevêtrés tel que chez *C. proliferum*. Ajoutons que cette espèce se distingue par l'apparition de côtes importantes séparées par des dépressions auxquelles s'ajoutent des surélévements en forme de dôme qui correspondent fort probablement à des cellules glanduleuses (Fig. 2, ph. 6).

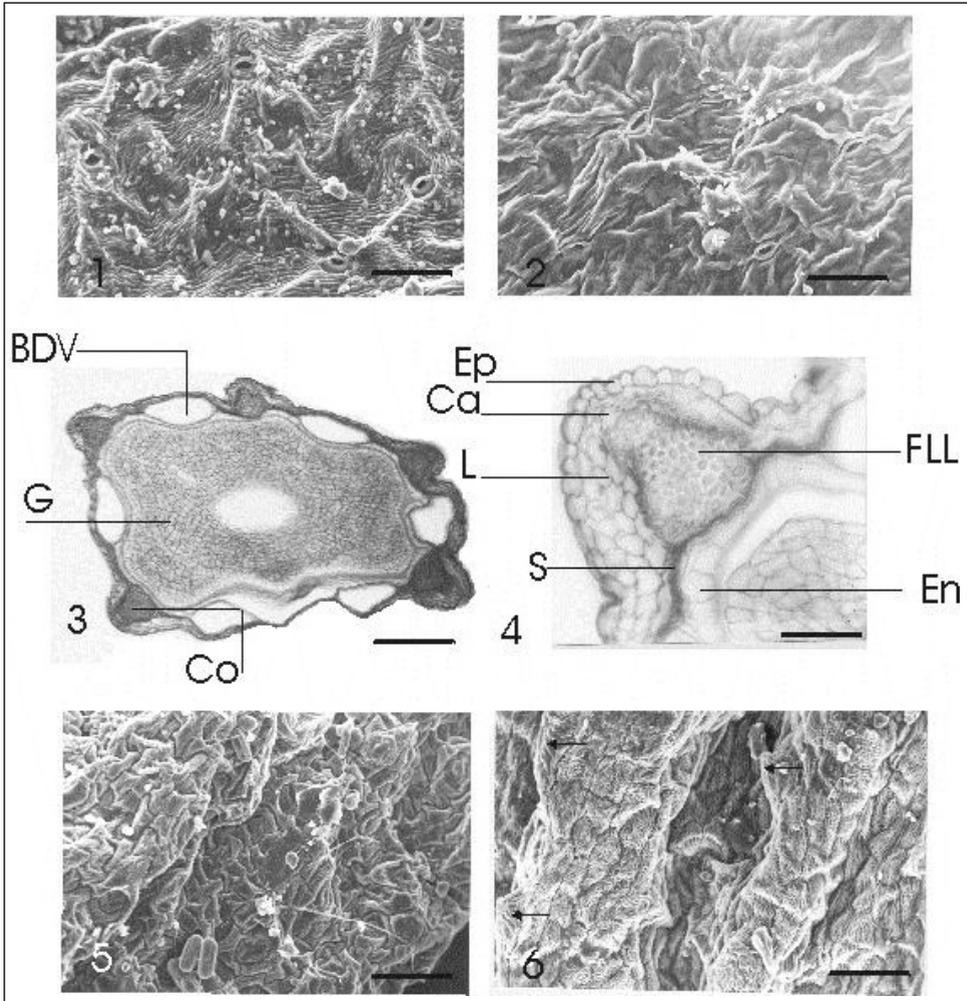


Fig. 2.

1-2. *C. atlanticum*, GA (Toubkal): épiderme inférieur (1) et supérieur (2) foliaire au M.E.B. L'épiderme est plissé sans limites cellulaires mais avec des expansions plus ou moins développées sans aucune orientation apparente.

3-4. *C. proliferum* GA (Ghat): coupe transversale d'un méricarpe au M. Ph.: 3. vue générale où les bandelettes valléculaires (BDV) et commissurales apparaissent similaires, les côtes (CO) sont élevées et la graine libre dans le péricarpe. 4. Stratification du péricarpe au niveau d'une côte commissurale: l'épicarpe (Ep) est unistratifié; le mésocarpe est divisé en leptocarpe (L) et sclérocarme (S); l'endocarpe (En) est écrasé; la côte a le faisceau libéro-ligneux (FLL) surmonté d'un canal sécréteur (Ca).

5 et 6. Niveau moyen du fruit au M. E. B. 5. *C. iminoakense*, GA: un maillage d'origine cellulaire est apparent où les parois sont enfoncées tandis que la surface cellulaire est parcourue par des microplis parallèles. 6. *C. proliferum*, GA (Ghat): les microplis sont en mélange parallèles et enchevêtrés; apparition de côtes importantes séparées par des dépressions auxquelles s'ajoutent des surélèvements en forme de dôme (flèches) et qui correspondent fort probablement à des poils glanduleux.

Echelle : 1-2 : barre = 20 µm. 3 : barre = 0.35 mm. 4 : barre = 0.15 mm. 5-6 : barre = barre = 20 µm.

L'autre groupe est constitué par *C. atlanticum*, *C. carvi* et *C. verticillatum*, il se caractérise par des fruits à réticulum presque nul et à surface faiblement striée, à quoi s'ajoutent des côtes élevées chez *C. verticillatum*.

En dehors des flores, très peu de travaux ont concerné les fruits du genre *Carum*. Ainsi Cerceau-Larrival (1962) a caractérisé *C. carvi* par des méricarpes non aplatis; Arenas Posada & Garcia Martin (1993) rapportent certaines caractéristiques de *C. carvi*, *C. foetidum* et *C. verticillatum* d'Espagne telles que la forme pentagonale de la coupe transversale des fruits, la taille des méricarpes et le nombre de bandelettes; cependant on ne signale pas les caractéristiques du péricarpe. Dans une publication récente (Barkley & Watson 1998) sur les genres *Carum* et *Trachyspermum* de l'île de Socotra (Océan indien) les auteurs ont distingué au sein des *Carum* deux groupes: l'un à méricarpes glabres, l'autre à fruit poilu dans lequel est inclu un taxon marocain: *C. dichotomum* (L.) Benth. & Hook. = *Stoibrax dichotomum* (L.) Raf. = *Brachyapium dichotomum* (L.) Maire. Les auteurs ajoutent sur la base d'un certain nombre de caractères morphologiques et carpologiques, que les *Carum* poilus devraient appartenir au genre *Trachyspermum* et que le genre *Carum* se distingue de *Trachyspermum* par de fruits glabres dont le nombre de bandelettes valléculaires varie de 1 à 3 et celui de la commissure peut être de 2 ou de 4.

Concernant le nombre de bandelettes, nous notons l'isolement de *C. jahandiezii* par son nombre élevé de bandelettes valléculaires (3 par dépression), chose qu'on n'a pas pu vérifier par manque de matériel.

La présence de stomates sur le fruit des espèces endémiques peut être due à une adaptation à un excès de froid. En effet nos observations antérieures de certaines Ombellifères appartenant à des genres différents *Ferula* L. (El Alaoui-Faris & Cauwet-Marc 2003), *Bifora* Hoffm., *Deverra* DC. et *Ridolfia* Moris (El Alaoui-Faris 1985), *Ferulago* W. D. J. Koch, *Turgenia* Hoffm. et *Athamanta* L. (El Alaoui-Faris non publié) n'ont jamais permis une telle remarque.

3. Palynologie

Le pollen des taxons étudiés est isopolaire, petit ($20 \mu\text{m} < P < 30 \mu\text{m}$) et longiaxe ($1 < P/E < 2,5$); cependant on remarque que *C. iminouakense* et *C. proliferum* sont comparables par la présence de petits pollens à l'opposé *C. lacuum* qui se distingue par les plus gros pollens.

Le système apertural est formé d'une ectoaperture (ECA) et d'une endoaperture (ENA). L'ECA correspond à un sillon très long ($ECA > 3/5 P$) excepté *C. carvi* où il est moyen ($1/5 P < ECA < 3/5 P$). L'ENA de forme rectangulaire peut être de taille variable. Nous notons ici la distinction de *C. atlanticum* et *C. verticillatum* par la plus longue ECA et la plus large ENA. Par ailleurs cette dernière est droite chez toutes les espèces analysées excepté *C. jahandiezii* chez qui l'ENA est saillante.

Le type pollinique, défini par le contour interne de l'endexine en coupe optique et système apertural de face, est marqué par une nette abondance du type subrectangulaire (Rg); cependant chez *C. verticillatum* à côté du type Rg, évolué, apparaît le type ovale (O), moins évolué; à l'opposé *C. carvi* (Fig. 3, ph. 1b) s'isole par une tendance vers le type équatorialo-constructé (E) le plus évolué de la série phylétique (Cerceau-Larrival 1971).

L'épaisseur de l'exine est variable mais chez tous les taxons il y a une augmentation sensible au niveau équatorial (Fig. 3, ph. 1d).

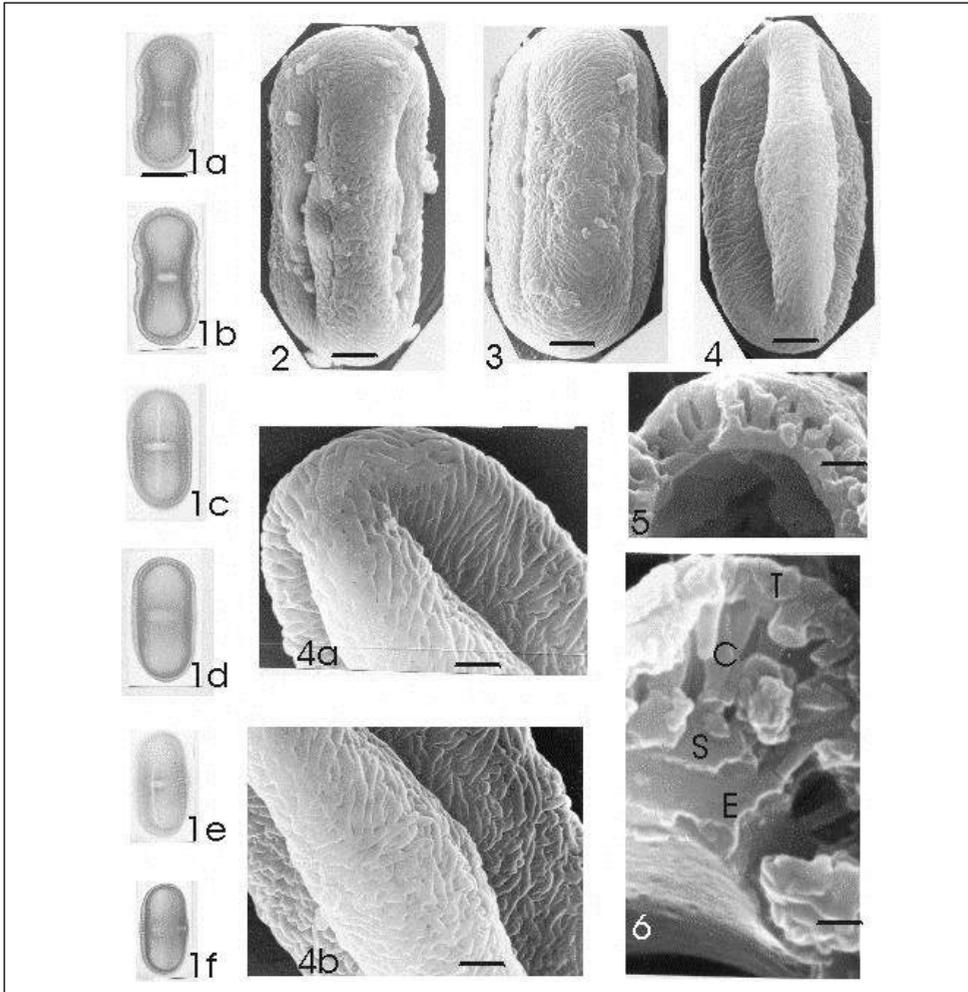


Fig. 3.

1a-f.: pollens en M. Ph.

1a-b. *C. carvi*, Rabat: **1a.** vue superficielle d'un pollen avec le système apertural de face où l'ectoaerture est de longueur moyenne; **1b.** coupe optique du même pollen à type pollinique équatorialo-constricté. **1c-d.** *C. proliferum*, GA (Ghat) : **1c.** vue superficielle d'un pollen avec le système apertural de face; l'ectoaerture est longue; **1d.** coupe optique du même pollen à type pollinique subrectangulaire. **1e-f.** *C. proliferum*, GA (Ghat) : **1e.** vue superficielle d'un pollen avec le système apertural de profil; **1f.** coupe optique du même pollen à système apertural droit.

2-6: pollens au M.E.B.

2. *C. jahandiezii*, Guigou: vue générale d'un pollen à système apertural proéminent. **3.** *C. iminoakense*, GA: vue générale d'un pollen à système apertural rectiligne. **4.** *C. proliferum*, GA (Ghat) vue générale d'un pollen à système apertural courbé vers l'intérieur; **4a.** vue polaire où le tectum est strié; **4b.** vue équatoriale à tectum strié-rugulé. **5.** *C. iminoakense*, GA: coupe d'exine au niveau polaire à columelles courtes. **6.** *C. carvi*, Rabat : coupe d'exine au niveau équatorial montrant l'endexine (E), la sole (S), les columelles ramifiées (C) et le tectum (T). - Echelle : 1a-f : barre = 10 µm ; 2,3 et 4 : barre = 3,5 µm ; 4a et 4b : barre = 1 µm ; 5 et 6 : barre = 0,5 µm.

Cerceau-Larrival (1962) a rapporté les caractéristiques palynologiques de *C. carvi* qui apparaissent sensiblement différentes des nôtres; ainsi selon cet auteur $P = 32 \mu\text{m}$, l'épaisseur de l'exine est constante ($= 2 \mu\text{m}$) et le type pollinique varie de l'ovale au subrectangulaire. Plus tard, en 1971, ce même auteur ajoutait que dans la tribu des *Amminae*, à laquelle appartient le genre *Carum*, quatre types polliniques peuvent être observés: se sont les types subrhomboïdal, subcirculaire, ovale et subrectangulaire. Nous notons l'absence du type équatorialo-constricté que nous avons remarqué chez les deux populations rattachées à ce taxon.

Au M.E.B. la surface tectale est structurée. Elle est rugulée chez *C. carvi* et *C. verticillatum* et striée-rugulée chez *C. atlanticum* tandis que *C. jahandiezii*, *C. proliferum*, *C. lacuum* et *C. iminouakense* présentent une surface nettement striée au niveau polaire devant striée-rugulée au niveau équatorial. Par ailleurs, *C. jahandiezii* se distingue par l'aspect strié à portées columellaires très longues que prend le système apertural au niveau équatorial (Fig. ph. 2).

Sur des cassures de grains de pollen (Fig. 3, ph. 5 et 6) le tectum apparaît simple est comprend de l'intérieur vers l'extérieur: l'endexine, souvent structurée puis la sole, ces deux strates sont presque de même épaisseur. Sur la sole reposent des columelles simples et courtes au niveau polaire qui deviennent plus hautes voire ramifiées au niveau équatorial. Vers l'extérieur la surface tectale ou le tectum est formé par la fusion plus ou moins complète des têtes columellaires qui forment des « portées » dont l'agencement donne les différentes configurations géométriques observées sur la surface du pollen.

Au terme de ce travail, nous remarquons que nos espèces montrent des caractéristiques phytodermologiques, carpologiques et palynologiques spécifiques ce qui prouve leur appartenance à des niveaux taxonomiques différents. Par ailleurs, au cours de cette étude nous avons montré, à plusieurs occasions, l'homogénéité d'autres caractéristiques ce qui est en faveur de l'appartenance des différents taxons au même rang supraspécifique. Le regroupement des taxons marocains peut témoigner de la corrélation de certains caractères analysés avec les conditions environnementales tels que leurs petits stomates, l'hétérogénéité entre les faces inférieure et supérieure des épidermes foliaires, les fruits à stomates, à côtes primaires épaisses, à bandelettes de taille réduite.

Remerciements

Nos sincères remerciements vont au professeur Greuter, aux chercheurs et au personnel du: The Botanic Garden and Botanical Museum-Dahlem (BGBM).

Références bibliographiques

- Barklay, E. & Watson, M. F. 1993: A revision of *Carum* and *Trachyspermum* (*Umbelliferae*) in the Socotran Archipelago. — Kew Bulletin **53(4)**: 897-907.
- Bessis, J. & Guyot, M. 1973: Les types stomatiques chez les Solanacées. 96^{ème} Congrès national des sociétés savantes, Sciences **5**: 289-298.
- Cauwet-Marc, A-M. 1976: Biosystématique des espèces vivaces de *Bupleurum* L. (*Umbelliferae*) du bassin méditerranéen occidental. — Thèse Doct. Es Sc., Centre Universitaire de Perpignan.

- Cerceau-Larrival, M-T. 1962: Plantules et pollens d'Ombellifères, leur intérêt systématique et phylogénétique. — Mém. Mus. Hist. Nat., Nouv. Sér. Botanique.
- 1971: Morphologie pollinique et corrélation phylogénétique chez les Ombellifères. — In the Biology and Chemistry of the *Umbelliferae*. — Bot. J. Linn. Soc. **64(1)**: 109-156.
- Decamps, O. 1974: Types stomatiques chez les Renonculacées. — C. R. Acad. Sc. Paris, 279. Sér. D: 1527-1529.
- El Alaoui-Faris, F. E. 1985: Etude biosystématique (Caryologie et palynologie) de quelques espèces adaptées à la sécheresse (*Crassulaceae* et *Umbelliferae*). — Thèse de 3^{ème} cycle Université de Paris XI, Orsay.
- 1993: Contribution à l'étude biosystématique du genre *Ferula* L. au Maroc. — Thèse ès Sc., Univ. Mohammed V, Rabat.
- & Cauwet-Marc, A-M. 2003: Contribution à l'étude du fruit des fêrules marocaines. — Acta Bot. Barc. **48**: 5-13.
- Emberger L. 1935: Matériaux pour la flore marocaine (6). — Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc **15**: 188-226.
- Erdtman, G. 1960: The acetolysis method. — Svensk Bot. Tidskr. **54**: 561-564.
- Fennane, M., Ibn Tattou, M., Mathez, J., Ouyahya, A. & El Oualidi, J. 1999: Flore Pratique du Maroc, **1**. — Rabat.
- Guyot, M. 1966: Les stomates des Ombellifères. — Bull. Soc. Bot. Fr. **17**: 244-273.
- 1971: Phylogenetic and systematic value of the *Umbelliferae*. — In the Biology and Chemistry of the *Umbelliferae*. — Bot. J. Linn. Soc. **64(1)**: 199-214.
- Jahandiez, E. & Maire, R. 1931-1934: Catalogue des plantes du Maoc (Spermaphytes et Pteridophytes). — Mém. Hist. Sci. Nat. Maroc, **59-75**: 120-138.
- Oury, P. 1984: Encyclopédie des plantes et fleurs médicinales, **1**.
- Roland-Heydacker, F. & Cerceau-Larrival, M-T. 1978: Ultrastructure du tectum de pollen d'Ombellifères. Grana **17**: 81-204.
- Safina, L. & Pimenov, M. G. 1990: Carpology of the species of type subgenus of the genus *Ferula* L. and some problems of their systematics. — Feddes Repert. **101(3-4)**: 135-151.
- Tahiri, H. 2000: Contribution pluridisciplinaire à l'étude du genre *Cytisus* Desf. et des genres affines: *Chamaecytisus* Link, *Argyrocytistus* (Maire) C. Raynaud et *Genista* L. section *Teline* au Maroc, Thèse Doctorat Es-Sc, Université Mohammed V, Rabat.

Address of the author:

F. E. El Alaoui-Faris,
 Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Mohammed V-Rabat,
 Maroc.E-mail: faris@fsr.ac.ma

