

F. E. El Alaoui-Faris & A-M. Cauwet-Marc

Etude du pollen de quatre espèces de fêrules (*Ferula*, *Apiaceae*) marocaines

Résumé

El Alaoui-Faris, F. E. & Cauwet-Marc, A-M.: Etude du pollen de quatre espèces de fêrules (*Ferula*, *Apiaceae*) marocaines — Fl Medit. 14.: 295-304. 2004 — ISSN 1120-4052.

L'étude du pollen, aux microscopes photonique et électronique à balayage, de *Ferula communis*, *F. cossoniana*, *F. sauvagei* et *F. tingitana*, a permis de constater une variation considérable dans sa morphologie ainsi qu'une caractérisation spécifique des quatre espèces marocaines:

-*F. tingitana* a des pollens de grande taille, à type pollinique équatorialo-constricté fréquent à côté des types subrectangulaire et ovale, ce dernier étant très rare; le tectum est strié-régulé, apparaît perforé au niveau polaire.

- *F. sauvagei* a des grains relativement petits et un tectum strié-régulé à portées columellaires moyennes, larges et souvent fusionnées au niveau polaire.

- *F. cossoniana* est bien distincte par des petits pollens à type pollinique variable : « subrhomboidal, allongé », ovale et subrectangulaire; dans les deux premiers cas la surface tectale est homogène, alors que les pollens subrectangulaires ont le niveau polaire plus structuré que celui équatorial.

- Chez *F. communis*, les trois sous-espèces présentes au Maroc apparaissent peu distinctes: les sous-espèces *brevifolia*, *sousseensis* et *genuina* ont un pollen similaire où les grains ovales sont fréquents, cependant, la sous-espèce *genuina* se distingue par l'abondance de ces pollens et partage ce caractère avec la sous-espèce *sousseensis*.

Les pollens ovales, présents à différentes proportions chez toutes les espèces, seront, fort probablement, liés à une stérilité mâle.

Introduction

Le genre *Ferula* L. est largement distribué en Asie où il compte plus de 120 espèces; à l'opposée, dans la région méditerranéenne et les Iles Canaries seulement une vingtaine d'espèces sont reportées; et qui sont, pour la plupart, plus ou moins localisées, à l'exception de *Ferula communis* qui présente une grande aire de répartition.

Dans la sous-famille des *Apioideae* (Drude 1898) ou *Hohenackerioideae* (Cerceau-Larrival 1979) les fêrules appartiennent à la tribu des *Peucedaneae*. Cette tribu compte parmi celles caractérisées par 3 types polliniques: ovale, subrectangulaire et équatorialo-constricté. Par ailleurs, ces tribus hétérogènes sur le plan palynologique se révèlent également très hétérogènes sur le plan cotylédonaire, sur le plan de l'ontogénie foliaire, de l'appareil végétatif, de l'inflorescence et du fruit (Cerceau-Larrival 1971).

Les travaux se rapportant aux pollens du genre *Ferula* sont peu nombreux. Ainsi, à partir d'observations en microscopie photonique, Cerceau-Larrival (1962) a défini les caractéristiques

tères morphologiques (en microscopie photonique) des pollens de trois espèces: *Ferula glauca* et *F. tingitana*, sont deux espèces du pourtour méditerranéen occidental et *F. assa-fœtida*, un taxon asiatique. Les trois espèces sont caractérisées par un type pollinique subrectangulaire, un rapport P/E de 1.5-2 chez *F. glauca* et de 2-2.5 chez les deux espèces restantes. Li Qi-Xin & al. (1987) ont ajouté les caractères palynologiques (en microscopies photonique et électronique à balayage) de 3 fêrules d'origine chinoise: *F. bungeana*, *F. licentiana* et *F. tunshanica*, à d'autres caractères (anatomique, carpologique et biochimique); la première espèce: *F. bungeana*, la plus xérophile, apparaît la plus primitive. Elle se distingue par un type pollinique rhomboïdal allongé ou subrectangulaire primitif et a P/E = 1.72. Les deux taxons restants, plus héliophyles, sont à type pollinique équatorialo-constricté et à P/E égale respectivement à 1.94 et à 2.08. Concernant l'épaisseur de l'exine, elle est constante, aussi bien au tour d'un grain de pollen que chez tous les taxons étudiés, et est égale à 2 µm.

Nos quatre espèces étudiées appartiennent à la flore marocaine et présentent une aire de répartition variable. *F. tingitana* L. occupe la péninsule tingitane et le Rif dans des bioclimats humide, sub-humide et semi-aride. *F. sauvagei* Elalaoui & Cauwet, est très localisée à Asni (Haut Atlas occidental, au sud de Marrakech). *F. cossoniana* Batt. & Trabut est une endémique des étages aride et saharien du Maroc d'où elle déborde vers le sud-ouest algérien.

F. communis L. a différenciée 3 sous-espèces (El Alaoui-Faris & Cauwet-Marc 1989). La sous-espèce *brevifolia* (Mariz) Elalaoui & Cauwet, est subdivisée en deux variétés: le var. *brevifolia* (Kinz) Mariz, est localisé dans la région de Rabat, sauf les zones côtières, et le var. *littoralis* Elalaoui & Cauwet, largement abondant le long du littoral atlantique. La sous-espèce *genuina* (G. & G.) Burnat, est très réponde dans la partie septentrionale, interne, du pays; hormis la péninsule tingitane et les régions très arides et désertiques. Enfin, la sous-espèce *sousseensis* Elalaoui & Cauwet: correspond aux fêrules du sud, longtemps rattachées à la variété *genuina* (G. & G.) Burnat (Jahandiez & Maire 1931-1934). Elle se localise au sud du Maroc, et se subdivise en deux variétés. Le var. *sousseensis* Elalaoui & Cauwet, occupe la plaine du Souss, l'Anti-Atlas et le Haut-Atlas occidental. Le var. *intermedia* Elalaoui & Cauwet est limité aux populations récoltées près de Marrakech (Chichaoua, Tahanaouet & Asni) et sur les remparts de Rabat (Darih & Chellah).

Matériel et méthodes

Vingt populations de pollen provenant de 8 taxons de fêrules marocaines sont étudiées (voir liste des échantillons étudiés). Les pollens sont acétolysés selon la méthode d'Erdtman (1960), puis subdivisés en deux fractions. L'une, pour l'étude au microscope photonique (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 ainsi que la longueur de l'ectoaperture et la hauteur et la largeur de l'endoaperture. L'autre, pour les observations au microscope électronique à balayage (M.E.B.), où, après métallisation par pulvérisation d'un mélange or-palladium, les caractéristiques morphologiques sont étudiées.

téristiques du tectum sont notés pour chaque taxon. La terminologie adoptée est celle de Cerceau-Larrival (1962) et Cerceau-Larrival & al. (1975).

Résultats et discussion

Deux caractéristiques ont attiré notre attention lors de l’observation des pollens de *Ferula*, celles-ci ont été également observé même sur des pollens non acétolysés: la première est l’hétérogénéité de la taille des pollens. Des gains de très grande taille ($P \geq 45 \mu\text{m}$) sont observés dans toutes les populations mais, vu leur rareté, nous n’avons pas tenu compte de ces pollens lors de nos mensurations. La deuxième, est la présence constante de 2 formes de pollens (forme générale donnée par le contour externe de l’exine): d’une part, des pollens allongés très nombreux et d’autre part, des pollens de forme ovale-elliptique, qui sont cependant, très nettement minoritaires. Ces pollens ne montrent pas de cytoplasme ni de noyau, ils peuvent être gonflés ou affaissés et sont souvent jaunes, même aprèsacétolyse. Egalement, ce type de pollen n’est pas retenu dans nos mensurations.

Description du pollen des fêrules marocaines

Le pollen des fêrules étudiées est isopolaire à symétrie radiale d’ordre 3, longiaxe ($P/E = 1.73-2.38$, Tableaux 1 et 2). Les plus petits pollens se rencontrent chez *Ferula cossoniana* ($P = 33.32 \pm 2.15 \mu\text{m}$), et les plus grands chez *F. communis* subsp. *sousseensis* ($P =$

Tableau 1. Résumé des caractéristiques morphologiques des pollens. P et E en μm . **P**: axe polaire; **E**: axe équatorial; **std**: intervalle de confiance; (): moyen; (()): rare.

Taxons	P \pm std	E \pm std	P/E	Type pollinique	Surface tectale	
					pôle	équateur
<i>F.tingi</i> L.	40.74 \pm 2.85	17.06 \pm 1.40	2.38	E,(Rg), ((O))	perforée	cérébroïde
<i>F.sauvagei</i> Elala & Cauwet	38.08 \pm 2.35	18.12 \pm 1.72	2.10	E,(Rg), ((O))	striée-régulée + micro-pérforations	régulée
<i>F.cosso</i> . Batt. & Trabut	33.32 \pm 2.15	19.22 \pm 1.72	1.73	Rg	striée-régulée à portées longues	striée-régulée à portées courtes
				Rh. allongé, O,	striée-régulée à portées longues	
<i>F.communis</i> L.						
<i>Subsp.brevi</i> .	39.51 \pm 1.83	18.08 \pm 1.31	2.18	Rg,(E), ((O))	striée-régulée à portées longues	striée-régulée à portées courtes
<i>Subsp.souss</i>	39.52 \pm 1.21	18.25 \pm 0.64	2.16	Rg,(E), ((O))		
<i>Subsp.gen</i> .	37.58 \pm 3.94	18.21 \pm 1.25	2.06	Rg, (E), (O)		

41.08 ± 2.21 µm, population de Darih). En vue méridienne, les grains de pollen présentent une forme générale variable: ils peuvent être subrectangulaire droit (Fig. 1A-C), ou bien subrectangulaire avec constriction équatorial (Fig. 1D), ceux-ci, chez tous les taxons observés, à l'exception du *F. cossoniana*, taxon chez lequel on a noté la présence de pollens subrectangulaires avec étirement équatorial (Fig. 1E-F).

Les pollens de forme ovale-elliptique (Fig. 2A), sont présents chez tous les taxons, à différentes proportions. Cependant, dans le complexe *F. communis*, ces pollens sont relativement abondant dans les sous-espèces *genuina* et *sousseensis*.

Le type pollinique (défini par le contour interne de l'endexine en vue méridienne et système apertural de face) est variable. Plusieurs types sont notés : ovale (O), subrectangulaire (Rg) (Fig.1B) et équatorialo-constricté (E) (Fig.1D). Les différents types polliniques ont été observé chez toutes les espèces étudiées à l'exception de *F. cossoniana*. Cette dernière se distingue par l'absence du type E et l'apparition d'un type nouveau (Fig. 1F):

Tableau 2. Résumé des caractéristiques morphologiques des pollens dans le complexe *Ferula communis*. P et E en µm.

Sample	P ± std.	P rang	E ± std	E rang	P/E
<i>Ferula communis</i> subsp. <i>brevifolia</i> (Linz), (Mariz), Elalaoui & Cauwet					
MAM	40.50 ± 0.83	44 - 32	16.14 ± 1.57	18- 15	2.50
SAL	40.66 ± 0.40	45 - 35	18.50 ± 0.55	19 - 15	2.19
KHT	38.56 ± 2.30	44 - 33	15.28 ± 0.12	17 -13	2.52
TEI	37.56 ± 1.28	40 - 35	17.12 ± 1.38	28 -16	2.05
GOL	39.22 ± 2.94	45 - 32	19.12 ± 1.54	22 -16	2.05
KEN	39.58 ± 1.88	43 - 36	17.12 ± 1.34	21 -16	2.31
AZM	43.88 ± 3.06	45 - 38	19.58 ± 1.88	23 - 14	2.24
LAR	37.72 ± 1.95	40 - 35	18.60 ± 0.98	20 - 17	2.02
TEC	37.38 ± 1.12	40 - 35	18.80 ± 1.14	20 - 17	1.98
ELA	41.00 ± 2.71	45 - 35	18.94 ± 1.21	21 -15	2.16
SAF	38.54 ± 1.26	42 - 36	19.08 ± 0.80	20 -18	2.01
<i>Ferula communis</i> subsp. <i>sousseensis</i> Elalaoui & Cauwet					
CHI	39.64 ± 2.93	45 - 32	18.18 ± 1.42	21 -15	2.18
DAR	41.08 ± 2.21	45 - 35	18.94 ± 0.95	20 -17	2.16
ASN	31.70 ± 2.08	43 - 35	17.22 ± 1.16	19 -14	1.84
MAS	37.66 ± 0.83	38 - 35	18.00 ± 1.15	20 -16	2.09
<i>Ferula communis</i> subsp. <i>genuina</i> (G. & G.) Burnat					
MAA	41.12 ± 1.70	40 - 37	19.54 ± 1.07	21 -18	2.10
MEK	38.92 ± 3.94	46 - 32	19.24 ± 2.06	22 -15	2.02
OJD	32.16 ± 3.11	40 - 28	17.58 ± 0.97	19 -15	1.82
MHA	40.78 ± 1.87	45 - 38	18.62 ± 1.78	23 -15	2.19
FES	34.94 ± 2.43	40 - 29	16.10 ± 1.11	16 -22	2.17

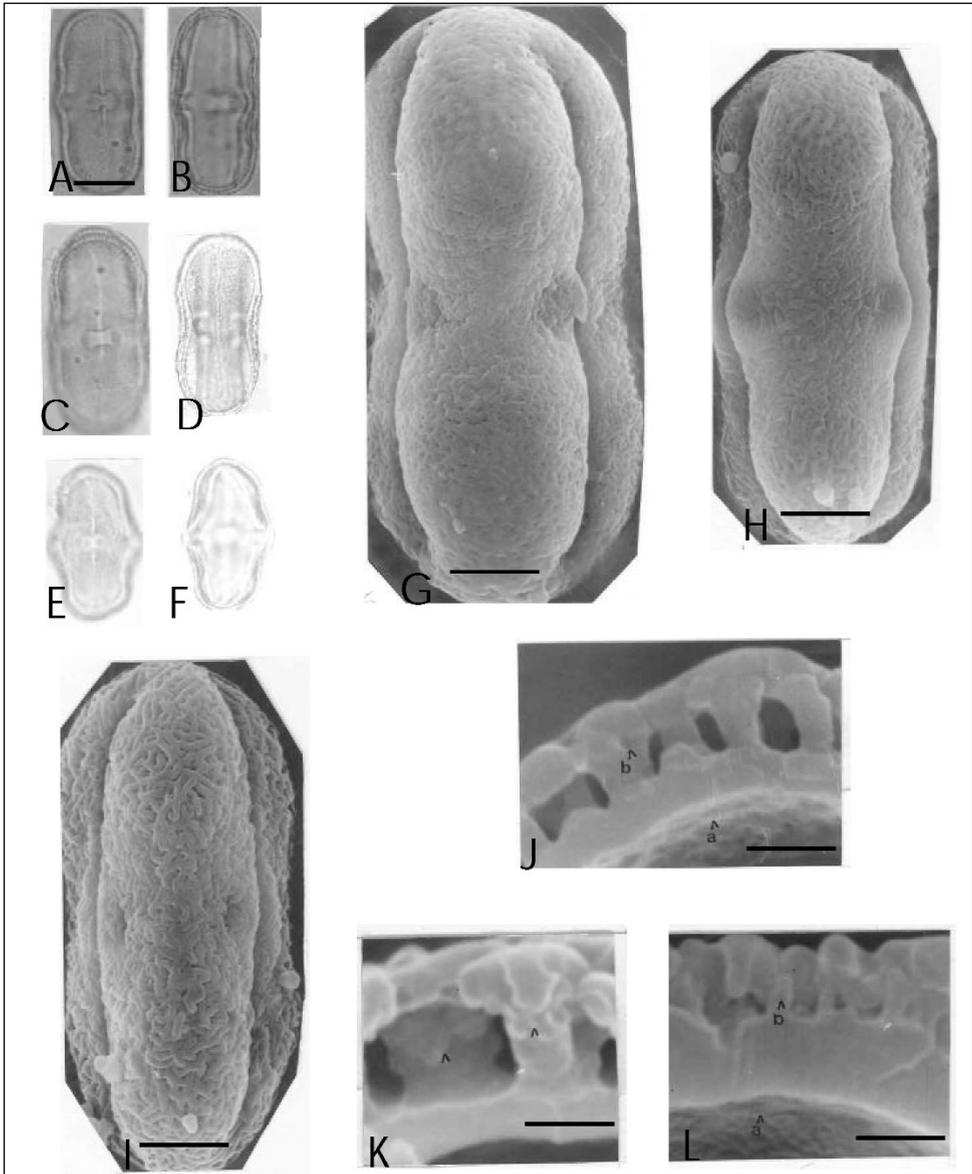


Fig. 1. A-F. Grains de pollen au M.Ph. A,C,D,E. Vues superficielles équatoriales. (A) *Ferula communis* subsp. *sousseensis* MAS. (C) *F. communis* subsp. *brevifolia* LAR. (D) *F. communis* subsp. *genuina* FES. (E) *F. cossoniana*. B et F. Coupes optiques méridiennes et système apertural de face. (B) *Ferula communis* subsp. *sousseensis* MAS. (F) *F. cossoniana*. Echelle barre = 10 µm. G-L. Grains de pollen au M.E.B. G,H,I. Pollens en vue équatoriale. (G) *F. tingitana*. (H) *F. sauvagei*. (I) *F. communis* subsp. *brevifolia* var. *litoralis* SAF. Echelle barre: G = 2,7 µm; H = 2,4 µm; I = 2,8 µm. J,K,L. Exine en coupe. (J) Coupe polaire montrant une endexine structurée et des columelles déjetées. (K) Coupe polaire à columelles épaissies sous un tectum structuré. (L) Coupe équatorial, niveau interapertural, avec endexine + sole épaissies et columelles courtes. Echelle barre = 0,4 µm.

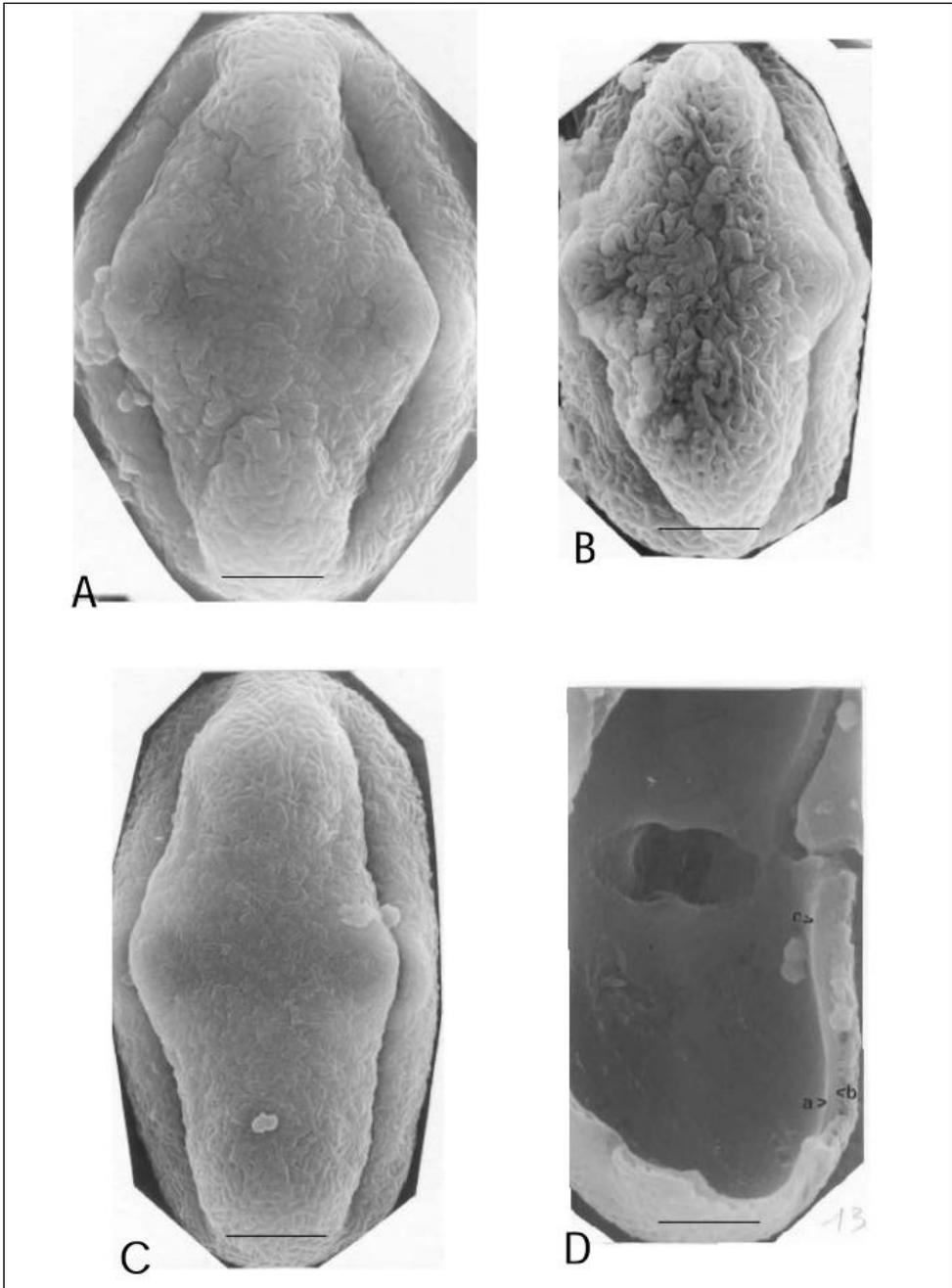


Fig. 2. Pollens au M.E.B. chez *F. cossoniana* (A) Vue équatoriale d'un pollen ovale. (B) Vue équatoriale d'un pollen rhomboïdale. (C) Vue polaire d'un pollen rectangulaire. (D) Coupe montrant l'épaississement de l'exine et l'endoaperture rectangulaire curviligne. Echelle barre: A = 1,9 μm ; B = 2,3 μm ; C = 2,3 μm ; D = 0,9 μm .

le « subrhomboïdal allongé » (Rh allongé); ce type est proche de celui signalé par Li Qi-Xin & al. (1987) chez *F. bungeana*.

Les espèces *F. tingitana* et *F. sauvagei* ont le type E plus abondant que le type Rg, alors que le type ovale est très rare. Dans le complexe *F. communis*, les pollens de type Rg sont nombreux, cependant, les sous-espèces *genuina* et *sousseensis* se distinguent par un nombre élevé de pollens ovales-elliptiques à type O.

Le système aperturale est formé d'une ectoaperture, correspondant à un sillon long qui traverse tout le grain de pollen; et d'une endoaperture, de forme rectangulaire (Fig. 1C) ou rectangulaire-curviligne (Fig. 1A, 2D) et qui peut être droite ou saillante.

L'épaisseur de l'exine (endexine + ectexine) est peu variable (environ 2 µm d'épaisseur), elle est presque constante à tous les niveaux: polaire, sub-polaire et équatorial. En vue polaire, trois lobes sont visibles où l'exine apparaît peu épaisse, et environ constante chez les tous les taxons (2 µm) analysés.

Tous les pollens ont une exine « complète » (sens Faegri & Iverson 1964). L'ensemble sole + endexine est épais au niveau interapertural et s'interrompt au niveau des ouvertures (Fig. 2D); l'infratectum est composé de collumelles, relativement plus hautes au niveau polaire (Fig. 1J-K) et courtes au niveau équatorial interapertural (Fig. 1L), et épaisses qui fusionnent et forment un tectum continu. Le tectum est de type structuré, comme cela a été décrit chez de nombreuses *Apiaceae* adaptées au climat méditerranéen, telle que le *Cuminum cyminum* (Cerceau-Larrival & Roland-Heydacker 1978). Au MEB, la surface tectale est hétérogène; une différence nette apparaît entre le niveau polaire et le niveau équatorial interapertural.

Chez *F. communis*, le niveau polaire est strié-régulé à portées columellaires longues; le niveau équatorial est à portées courtes (Fig. 1I), sans qu'il y est de distinction entre les différents pollens ni les différents taxons.

F. tingitana et *F. sauvagei*, montrent des caractéristiques palynologiques spécifiques. *F. tingitana*, se distingue par une compacité de l'exine: le niveau polaire est perforé, celui équatorial est cérébroïde (Fig. 1G). *F. sauvagei* présente une surface tectale polaire striée-régulée à portées souvent larges et fusionnées entre elles, tandis que, le niveau équatorial est régulé (Fig. 1H).

Chez *F. cossoniana*, les pollens allongés de type Rg ont une surface striée-régulée à portées longues au niveau polaire et courtes au niveau équatorial (Fig. 2C), ceux Rh-allongé et O montrent des surfaces spécifiques, sans grande différence entre le niveau polaire et équatorial (Fig. 2A-B).

Sur des cassures de pollens on a noté la stratification de l'exine. Tous les pollens ont une exine « complète » (sens Faegri & Iverson 1964). Le tectum est de type structuré, comme cela a été décrit chez de nombreuses *Apiaceae* adaptées au climat méditerranéen, telle que le *Cuminum cyminum* (Cerceau-Larrival & Roland-Heydacker 1978). Au MEB, la surface tectale est hétérogène; une différence nette apparaît entre le niveau polaire et le niveau équatorial interapertural. L'ensemble sole + endexine est épais au niveau interapertural et s'interrompt au niveau des ouvertures (Fig. 2D); l'infratectum est composé de collumelles, relativement plus hautes au niveau polaire (Fig. 1J-K), et courtes au niveau équatorial interapertural (Fig. 1L), à ce niveau, l'ensemble endexine + sole est épais; ainsi l'épaisseur de l'exine apparaît constante autour du pollen.

Comparaison du pollen des fêrules avec d'autres Angiospermes

Cerceau-Larrival (1971), caractérisait la tribu des *Peucedaneae* parmi celles hétérogènes, où 3 types polliniques sont observés (O, Rg, E). L'auteur ajoutait que: le type pollinique définit un « bon genre » et des variations peuvent être observé au sein d'un genre, cependant, elles restent proche d'un type principal ; ainsi par exemple, le passage du type Rg au Rg en ossellet à l'E chez le *Peucedanum* (Nigaud 1980). Chez les fêrules marocaines, nous constatons que la variation est beaucoup plus importante. Ainsi, le type pollinique c'est montré variable; parmi les quatre types fondamentaux de la famille, trois seraient naturels dans ce genre: Rh allongé, Rg et E; et le type Rh allongé marqué par une surface tectale homogène observé chez *F. cossoniana* serait le plus primitif de la série. Quant au type O, caractérisant les pollens de forme générale ovale-elliptique, constatait chez toutes les populations, serait lié à une stérilité mâle. En effet, chez le *Petunia hybrida* (*Solanaceae*) une délétion induite à déterminisme gamétophytique, produit chez l'hétérozygote des pollens dont 50 % fertiles et 50 % stériles (Cornu 1978) et l'observation de ces pollens au MEB montre deux sorte de formes polliniques: 80 % sont sphériques et 20 % ovales avec toutes deux une surface tectale striée à perforée (Cerceau-Larrival & al. 1980-1981). Signalons que, des pollens dimorphes (sphériques et ovales) avec tous deux une seule morphologie tectale, ont été observé chez certains *Crassulaceae* diplostémones, des genres *Aeonium* et *Umbilicus* (*Aeonium arboreum*, *A. canariense*, *Umbilicus erectus*, *U. horizontalis* et *U. rupestris*); et que nous avons confirmé chez certaines espèces, durant l'ontogénèse du pollen, comme le témoignait la présence de tétrades à 2 types de microspores: 2 rondes et 2 ovales, observées chez l'*A. canariense* et l'*U. rupestris* (El Alaoui-Faris 1985). Tandis que, l'*Umbilicus heylandianus*, espèce isostémone, ne présente que des pollens tous sphériques. Ces remarques, nous permettent de suggérer que les pollens ovales, observés chez les fêrules marocaines, seraient liés à une stérilité mâle que nous espèces manifestaient à différents pourcentages.

Ajoutons que, l'observation des pollens de deux espèces rattachées au genre *Ferulago* : *Fe. lutea* et *Fe. scabra*, espèces très proches des fêrules, ne montre qu'un seul type de pollen (El Alaoui-Faris 1993), comme d'ailleurs est rapporté chez la majorité des Angiospermes.

En conclusion, les quatre espèces de fêrules marocaines montrent certaines caractéristiques spécifiques, tels que le type pollinique et la stéréostructure de leur surface tectale, tandis que d'autres caractères apparaissent propres au genre, tels que l'épaisseur de l'exine, la structure des apertures, et sont peu variables entre les taxons.

La stratification de l'exine, laisse montrer une relation plante-milieu. En effet, la compacité de l'exine de *F. tingitana* et *F. sauvagei* est fort probablement liée à une adaptation à un certain degré de froid dans le quel vivent ces deux espèces. Tandis que, *F. cossoniana*, espèce qui se cantonne dans les zones les plus chaudes et les plus sèches des étages aride et saharien, présente un tectum moins compacte et des pollens à caractères primitifs liés à l'endémisme de ce taxon. *F. communis*, espèce d'un large spectre de répartition, présente une exine à caractères intermédiaires.

Echantillons étudiés

Tous les échantillons analysés proviennent de nos propres récoltes:

Ferula tingitana L. (FTN): Bab Belyounech, entre Tanger et Tétouan.

Ferula sauvagei Elalaoui & Cauwet (FSV): Asni: à 4 Km d'Asni sur le bas du jbel Moulay Brahim . Type N°64491 in RAB.

Ferula cossoniana Batt. & Trabut (FCS): 32 Km sud Talsint.

Ferula communis L.:

Subsp. *brevifolia* (Linz), (Mariz), Elalaoui & Cauwet: Mamora (MAM): forêt de chêne liège; Sidi Allal Bahraoui (SAB): à 30 Km de Rabat; Khemisset-Tiflet (KHT): entre ces deux ville à 60 Km de Rabat; Temara/intérieur(TMI): à 21 Km de Rabat; Golf (GOL): forêt de chêne Liège à 14 Km de Rabat; Kenitra (KEN): sortie de la ville vers Tanger; Azemmour (AZM): sortie de la ville vers Casablanca; Larache (LAR): sortie de Larache vers Rabat; Temara (TEM): à 20 Km de Rabat coté côte; Eladir (ELA): entre Azemmour et El Jadida; Safi (SAF): falaises de Safi en venant d'El Oualidiya, type N° 65338 in RAB.

Subsp. *sousseensis* Elalaoui & Cauwet: Chichaoua (CHI): sortie de la ville vers Essaouira; Darih (DAR): rocher près du Darih à Rabat; Asni (ASN): à 4 Km d'Asni sur le bas du jbel Moulay Brahim, type N°65341 in RAB; Massa (MAS): 50 Km au sud d'Agadir.

Subsp. *genuina* (G & G) Burnat: Maaziz (MAA): à 85 Km au sud-est de Rabat; Meknès (MEK): remparts de la ville; Oued Jdida (OJD): à 20 Km de Meknès vers Fès; Mhaya (MHA): à 30 Km de Fès vers Taounet; Fès (FES): remparts de la ville et à jbel Zalagh.

Références bibliographiques

- Cerceau-Larrival, M-T. 1962: Plantules et pollens d'Ombellifères, leur intérêt systématique et phylogénétique. — Mem. Mus. Hist. Nat., Nouv. Ser. Botanique **14**: 166.
- 1971: Morphologie pollinique et corrélation phylogénétique chez les Ombellifères. In : « The biology and chemistry of the *Umbelliferae* ». — Bot. J. Linn. Soc. **64(1)**: 109-56.
- 1979: Intérêt de l'ontogénie pour la classification évolutive d'une famille. Série foliaire des Ombellifères. — Soc. Bot. Fr., 126, Actualités botaniques **3** : 39-53.
- , Roland-Heydacker, F. & Caratini, C. 1975: Structure et terminologie de la paroi sporopollinique: résolution adoptées. — Bull. Soc. Bot. Fr. **122**: 85-87.
- , —, 1978: Apport de la palynologie à la connaissance des Ombellifères actuelles et fossiles. — Actes du 2ème Symp. Int. Sur les Ombellifères (1977). "Contributions pluridisciplinaires".
- , Albertini, J. C., Cornu, A., Cousin, M-T., Dan Dicko-Zafimahova, L., Duc, G., Ferguson, I.

- K., Hideux, M., Nilsson, S., Roland-Heydacker, F. & Souvre, A. 1980-1981: Relation sporophyte-gamétophyte: assise tapétale-pollen. — *Ann. Sc. Nat. Bot. Paris* **3(2, 3)**: 69-92.
- Cornu, A. 1978: Destinée de la mutation induite chez les plantes supérieures. — *Ann. Amélior. Plantes* **28**: 675-684.
- Drude, O. 1898: *Umbelliferae*. — Pp. 63-250 in: A. Engler & K. Prantl, *Die natürlichen pflanzen familien*. — Leipzig.
- El Alaoui-Faris, F. E. 1985: Caryologie et palynologie de quelques espèces de Crassulacées et d'Ombellifères adaptées à la sécheresse. — Doctorat de 3^{ème} Cycle, Université de Paris XI. Fac. Sci. — Paris.
- 1993: Contribution à l'étude systématique du genre *Ferula* L. au Maroc. — Thèse de Doctorat ès-Sciences. Fac. Sc. — Rabat.
- & Cauwet-Marc, A-M. 1989: Les populations marocaines de *Ferula communis* L. — *Bull. Amélio. Pro. Agr. Milieu aride* **3**: 91-97.
- Erdtman, G. 1960: The acetolysis method. — *Svensk. Bot. Tidskr.* **54**: 561-564.
- Fægri, Kn. & Iversen, J. 1964: *Textbook of pollen analysis*. — Copenhagen.
- & — 1975: *Textbook of pollen analysis*. — Copenhagen.
- Jahandiez, E. & Maire, R. 1931-1934: *Catalogue des plantes du Maroc (Ptéridophytes et Spermaphytes)*. — *Mém. Hist. Sc. Nat. Maroc* **LIX-LXXV**: 120-138.
- Li Qi-Xin, Shan Ren-Hua & Sheh Meny-Lan, 1987: Study on the species of genus *Ferula* L. In north and east China. — *Bull. Of Nanjing Botanical Garden Mem. Sun Yat Sen* **1**: 27-38.
- Nigaud, M. 1980: Relation entre la structure exinique, la morphologie tectale du pollen, les conditions climatiques et écologiques chez certaines espèces du genres *Peucedanum* L. (*Umbelliferae*). — *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, 4ème sér. Sec. B, **3**: 263 – 277.

Adresses des auteurs:

F. E. El Alaoui-Faris*, Laboratoire de Botanique, Faculté des Sciences, Rabat, Maroc.

A-M. Cauwet-Marc, Laboratoire de Biologie Végétale, Université de Perpignan, France.

(*) Email: faris@fsr.ac.ma