

## ÉTUDE PHYTODERMOLOGIQUE ET HISTOLOGIQUE FOLIAIRE DE QUELQUES ARTEMISIA DU BASSIN MÉDITERRANÉEN OCCIDENTAL

Aïcha OUYAHYA

**RÉSUMÉ.** *Étude phytodermologique et histologique foliaire de quelques Artemisia du bassin Méditerranéen Occidental.* La phytodermologie de 27 taxa du genre *Artemisia* dans le bassin Méditerranée occidentale est étudiée au moyen du microscope photonique et du microscope électronique à balayage. L'étude est orientée essentiellement sur la description de l'épiderme vu à plat et en coupe, et les mensurations dimensionnelles des stomates et des poils tecteurs des deux faces des feuilles caulinaires, ainsi que sur leur valeur taxinomique. Les caractéristiques de l'épiderme foliaire font aussi l'objet d'une discussion préliminaire en relation avec l'écologie des taxons étudiés.

Mots clés. *Artemisia*, biométrie, Composées, densité des stomates, écologie, épiderme, histologie, phytodermologie, stomates, pilosité.

**SUMMARY.** *Leaf phytodermologic and histologic study of some Artemisia in west Mediterranean basin.* The phytodermology of 27 taxa of the genus *Artemisia* in west Mediterranean basin has been studied by means of light and scanning electron microscopy. The biometrical data are presented together with some comments on morphological, anatomical and pubescence characteristics of epidermis on both sides of the leaf seen in surface and section view. The value of pilosity and stomatal types in the taxonomy is evaluated. The leaf epidermal features are discussed in relation to the ecology of the taxa studied.

Key words. *Artemisia*, biometry, *Compositae*, density of stomat, ecology, epidermal features, histology, phytodermology, stomat, pilosity.

**RESUMEN.** *Estudio fitodermológico e histología foliar de algunas Artemisias de la cuenca del Mediterráneo Occidental.* Se ha estudiado por medio del microscopio electrónico y del microscopio electrónico de barrido la fitodermología de 27 taxa del género *Artemisia* presentes en la cuenca mediterránea occidental. El estudio se orienta, principalmente, en la descripción de la epidermis observada de plano y de sección, en los tipos de estomas, y de los pelos tectores de ambas caras de las hojas caulinares, así como su valor taxonómico. Las características de la epidermis foliar son objeto de una discusión preliminar en relación con la ecología de los taxa estudiados.

Palabras clave. *Artemisia*, biometría, Compuestas, ecología, epidermis, histología, fitodermología, estomas, pilosidad.

## INTRODUCTION

Le but de cette étude phytodermologique et histologique est de reconnaître les différents types stomatiques et aussi de poils puis leurs caractéristiques qualitatives et quantitatives. Nombre d'auteurs se sont déjà penchés sur les stomates et le trichome. Il n'est que de citer, sans prétendre à l'exhaustivité, ceux de Napp-Zinn *et al.* (1978), Nautiyal *et al.* (1980), Ascensao *et al.* (1987), Vallès Xirau (1987).

Parmi les travaux ayant trait aux stomates des Composées nous retiendrons ceux de Francey (1936), l'auteur y définit 34 types de stomates adultes et cite quatre types appartenant à des genres différents (*Inula*, *Centaurea*, *Bellidiastrum*, *Petasites* etc.) de la famille.

D'autre part, Metcalfe et Chalk (1950), qui insistent surtout sur l'intérêt de la répartition des stomates sur la feuille, font remarquer que les stomates des Composées sont habituellement de types Renonculacés et Crucifères de Vesque (1889), qui correspondent respectivement aux types anomocytiques et anisocytiques de Guyot (1966).

Vu l'intérêt de l'utilisation des types stomatiques en systématique et l'existence de remarquables corrélations entre types polliniques et types stomatiques pour les Ombellifères à l'échelle de la famille (Cerceau-Larrival, 1962; Guyot, 1966), des tribus (Guyot *et al.*, 1980) et des genres (Cerceau-Larrival, 1971, 1973; Guyot, 1971b; Cauwet-Marc *et al.* 1978), nous avons été amenés à étudier les stomates des *Artemisia*.

Leurs caractéristiques pourraient contribuer, en corrélation avec les autres caractères, à l'élaboration d'hypothèses sur le niveau évolutif des taxons étudiés. Il faut cependant remarquer avec Schoch (1972) que, «la notion de la densité stomatique a une signification physiologique dans l'étude des transferts entre la feuille et l'air, elle ne peut pas servir à caractériser une plante, car elle est non seulement variable avec la croissance de la

feuille, mais encore avec les conditions climatiques. Le pourcentage de stomates par rapport aux cellules épidermiques, reste constant dès la fin des divisions cellulaires, mais varie beaucoup avec les conditions climatiques. La formation des stomates n'est donc pas uniquement fonction du patrimoine génétique». S'il en est fort probablement ainsi pour les armoises aussi, il n'en reste pas moins que les caractères morphologiques des stomates, tout autant que ceux des cellules épidermiques.

En ce qui concerne l'indument, l'étude est portée sur l'ensemble des poils tecteurs et sécréteurs couvrant l'épiderme foliaire c'est-à-dire des projections simples ou ramifiées des cellules épidermiques. Les poils sont pluricellulaires et leur partie basale est incluse dans l'épiderme. Ils sont évidemment sous la dépendance des gènes, mais le milieu conditionne considérablement dans de nombreux cas leur densité et même peut influencer sur la longueur de la cellule terminale du poil tecteur.

Chez les *Artemisia* étudiés, l'indument s'avère un bon critère différentiel, à l'état végétatif, il a paru indispensable pour l'identification des taxons (Ouyahya, 1995).

## MATERIEL ET METHODES

### Epidermes vus à plat.

Des feuilles (inférieures et moyennes) sont portées à ébullition dans de l'eau; ensuite des lambeaux d'épiderme sont détachés de la face adaxiale, et de la face abaxiale, éclaircis dans l'hypochlorite de sodium 1% puis montés dans de l'eau glycinée et étudiés au microscope photonique Wild M20; les dessins ont été réalisés à l'aide d'une chambre claire; l'orientation des fragments est précisée dans les figures. Les flèches matérialisent une direction parallèle au grand axe des lanières, la partie supérieure de la flèche représentant

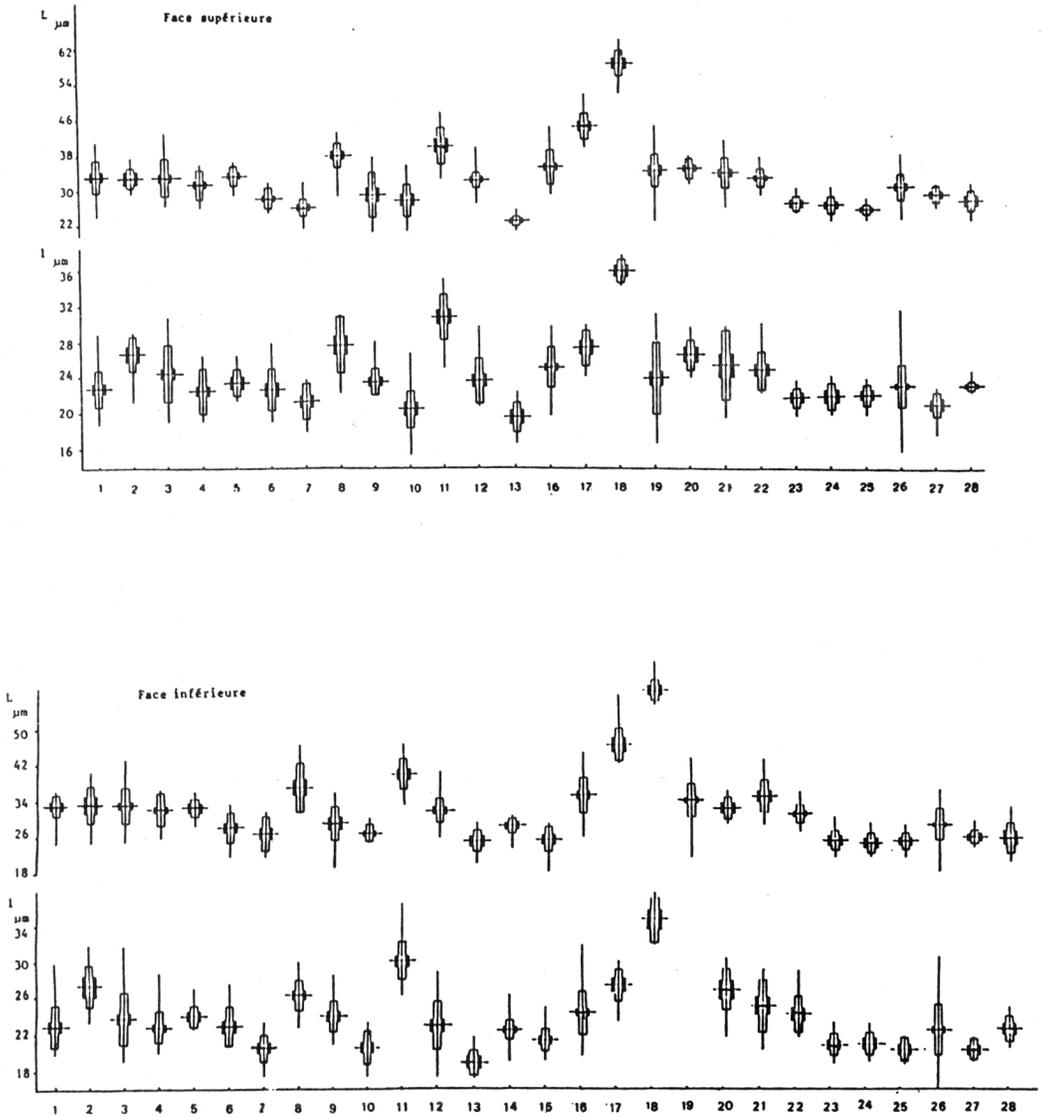


Figure 1. Comparaison des valeurs statistiques concernant la longueur (L) et largeur (l) des stomes. *A. absinthium* (1), *A. arborescens* (2), *A. alba* (3), *A. alba* subsp. *chitachensis* (4), *A. alba* subsp. *kabylica* (5), *A. atlantica* (6), *A. atlantica* var. *maroccana* (7), *A. abrotanum* (8), *A. judaica* subsp. *sahariensis* (9), *A. mesatlantica* (10), *A. negrei* (11), *A. reptans* (12), *A. lucentica* (13), *A. verlotiorum* (14), *A. vulgaris* (15), *A. campestris* (16), *A. campestris* subsp. *lloydii* (17), *A. crithmifolia* (18), *A. campestris* subsp. *glutinosa* (19), *A. dracuncululus* (20), *A. flahaultii* (21), *A. barrelieri* (22), *A. caerulescens* (23), *A. caerulescens* subsp. *gallica* (24, 25), *A. herba-alba* (26), *A. ifranensis* (27), *A. vallesiaca* (28).

toujours une zone dirigée vers le sommet des lanières, la partie inférieure correspond à une zone dirigée vers la base des lanières.

Les mesures ont été effectuées au moyen d'un micromètre oculaire Wild Kx10, pour chaque taxon et pour chaque échantillon 30 mesures ont porté sur les caractères suivants: la longueur (L), la largeur (l) et la densité (d) des stomates et aussi la longueur de la cellule terminale des poils tecteurs des deux faces des lanières. A partir de ces mesures brutes les paramètres statistiques classiques ont été calculés: la moyenne arithmétique ( $\bar{x}$ ), l'écart-type ( $\sigma$ ), l'erreur standard ( $S_m$ ), l'intervalle de confiance ( $\bar{x} \pm 2,6 S_m$ ) et le coefficient de variation (C.V.). Ce dernier, en biologie selon Heller (1974), varie entre 5 et 20% plus sa valeur est grande plus la population étudiée est hétérogène.

La comparaison des valeurs statistiques de L et l a été réalisée graphiquement (fig. 1) par la méthode de Simpson et al. (in Bidault, 1968; Ghiglione et al., 1975). Le trait vertical correspond à l'intervalle de variation; le trait horizontal médian représente la moyenne arithmétique; le rectangle blanc symbolise la moyenne plus ou moins l'écart-type (distribution d'échantillonnage de la variable considérée); les rectangles noirs de part et d'autre du premier rectangle désignent l'intervalle de confiance, c'est-à-dire la moyenne plus ou moins 2,6 l'erreur standard (sécurité 99 %).

Il est important de souligner que les lambeaux d'épiderme ont été souvent difficiles à préparer. Pour certains taxons, dont la pilosité foliaire est très forte et la taille des lanières très réduite (au plus un millimètre de large), les fragments d'épiderme entraînent usuellement avec eux des cellules du mésophylle qui gênent l'observation.

L'étude au microscope photonique est complétée par des observations au microscope électronique à balayage (MEB); des fragments de lanières, sans et après grattage des poils,

sont montés sur des plots spéciaux à l'aide de scotch double face, sans traitement préalable. Ces échantillons sont métallisés par pulvérisation d'un mélange Or-Paladium à 300 A° (2 minutes, 160 volts et 25 mA), puis étudiés au MEB. Le microscope électronique à balayage utilisé est du type Philips, SEM 515, du service commun de Microscopie de la Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme à Marseille.

### **Epidermes vus en coupes transversales.**

Les coupes transversales ont été pratiquées à main levée sur des lanières des feuilles (moyennes et inférieures) préalablement ramollies dans un mélange d'eau, de glycérine et d'alcool éthylique (1/1/1 v), et colorées par la double coloration au carmino-vert de Mirande.

La terminologie adoptée est celle définie par Guyot (1966). Cet auteur tient compte, non seulement de la structure des stomates différenciés, tels qu'ils sont décrits habituellement dans les traités d'anatomie végétale (Metcalf et Chalk, 1950; Boureau, 1954), mais également de leur mode de développement d'après Florin (1933).

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

### **a) Caractéristiques morphologiques.**

L'observation au microscope photonique des épidermes vus à plat des deux faces des feuilles caulinaires, au niveau moyen des lanières dans la région centrale, prélevés chez 27 taxons d'*Artemisia* répartis dans 80 populations, bien que notre étude fût exclusivement sur du matériel adulte, nous a permis de définir quelques-unes des caractéristiques phytodermologiques de ces taxons.

Compte tenu de précédentes études ontogéniques (Guyot, 1966; Humbert, 1977), nous pourrions rattacher les formes stomatiques

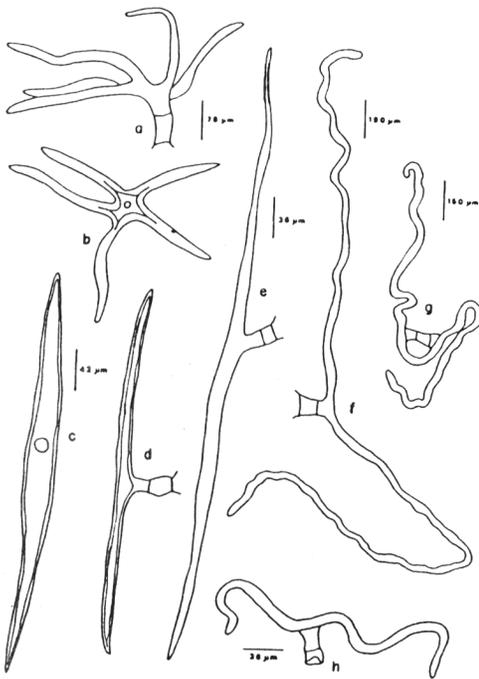


Figure 2. Dessins des poils tecteurs des feuilles observés au microscope photonique (M.Ph.). a-b: poils en «étoiles» à 5 branches. a, vue de profil; b, vue de dessus. c-h: Poils en «navette» à deux branches. c, d et e, poils à branches droites; f, g et h, poils à branches flexueuses.

observées au schéma proposé par Guyot (1966), grâce à des relations topologiques évidentes dues au fait que chaque type stomatique est formé suivant un plan de développement précis et caractéristique.

Comme il a été remarqué chez les Composées depuis Metcalfe et Chalk (1950), les stomates des *Artemisia* étudiés sont en majorité de type Renonculacé (les stomates sont entourés de 3, 4, 5, 6 et 7 cellules compagnes (ou annexes) semblables aux cellules épidermiques); mais à côté de ces formes anomocytiques, il faut souligner l'existence de formes anisocytiques (type

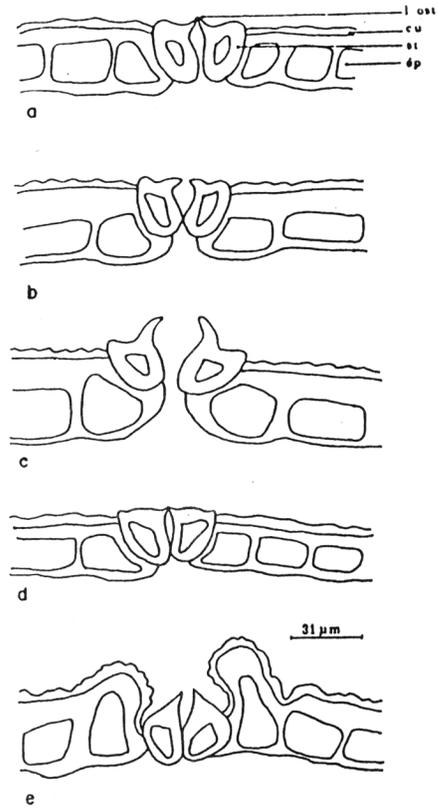


Figure 3. Epidermes foliaires vues en coupe anatomique transversale. l. ost.: lèvres ostiolaires. cu.: cuticule. st.: stomate ép.: épiderme. a, b et d: stomate superficiel. c, stomate à ostiole saillant; e, stomate enfoncé.

Crucifère). Malgré sa faible abondance, ce dernier type n'est pas à négliger, car il pourrait indiquer le niveau évolutif des taxons étudiés.

Les cellules épidermiques sont de taille moyenne ou grande (30 à 70 µm), possèdent des parois latérales plus ou moins régulières à ondulées chez certains et sinueuses chez les autres. Près de la nervure centrale, les cellules épidermiques s'allongent suivant l'axe des lanières et prennent une forme sensiblement rectangulaire .

Pour les taxons étudiés, nous avons trouvé des stomates sur les deux faces des lanières, à l'exception d'*A. verlotiorum* et *A. vulgaris*,

Nom des taxons étudiés	Lanière				Epiderme supérieur				Epiderme inférieur			
	l (mm)	Ls (µm)	ls (µm)	ds	dcép	Ls (µm)	ls (µm)	ds	dcép			
<b>A. Section I: Artemisia</b>												
Sous-section 1: <b>Artemisia</b>												
Série a: <b>Artemisia</b>												
A. verlotiorum	5,81	-	-	-	83	28,04	22,38	28	97			
A. vulgaris	7,55	-	-	-	86	25,58	21,24	43	104			
Série b: <b>Abrotanum</b>												
A. abrotanum	0,53	37,99	27,62	9	71	37,56	26,20	9	67			
A. judaica subsp. sahariensis	0,99	28,16	22,93	12	73	28,95	23,89	8	61			
A. mesatlantica	0,66	27,02	19,85	15	102	26,88	20,77	12	81			
A. negrei	0,84	38,82	29,88	5	29	39,42	29,91	5	28			
A. reptans	0,77	31,71	23,01	7	25	31,42	22,87	5	28			
A. lucentica	0,65	22,57	18,82	10	95	24,84	18,82	6	87			
Série c: <b>Dracunculus</b>												
A. campestris	0,70	34,22	24,40	11	72	35,45	24,28	8	73			
A. campestris subsp. glutinosa	0,63	33,13	23,11	12	88	34,12	23,84	9	83			
A. campestris subsp. lloydii	2,05	43,49	26,55	8	40	46,37	27,11	6	36			
A. crithmifolia	2,10	56,77	35,20	6	33	58,85	34,42	3	19			
A. flahaultii	0,64	33,73	25,67	11	65	32,47	27,76	9	68			
A. dracunculus	4,75	29,92	22,65	14	70	32,01	22,78	10	60			
Sous-section 2: <b>Absinthium</b>												
Série a: <b>Macrophyllae</b>												
A. absinthium	2,74	33,53	22,80	4	40	31,54	26,33	12	56			
A. arborescens	2,68	33,60	26,66	5	83	33,31	27,19	8	95			
Série b: <b>Camphoratae</b>												
A. alba	0,60	33,16	24,60	12	125	33,63	23,53	8	111			
A. alba subsp. chitachensis	0,58	31,39	22,34	11	91	32,29	23,22	6	68			
A. alba subsp. kabylica	0,57	33,60	23,15	12	86	32,59	23,97	11	79			
A. atlantica	0,74	27,97	22,32	7	88	28,12	22,89	7	79			
A. atlantica var. maroccana	0,73	25,51	20,91	12	90	26,84	20,42	7	79			
<b>B. Section II: Seriphidium</b>												
A. barrelieri	0,53	31,11	23,82	6	129	31,17	24,04	4	94			
A. caerulescens	1,58	25,22	20,56	10	54	25,22	20,17	13	67			
A. caerulescens subsp. gallica	1,55	24,79	20,98	9	52	24,64	20,84	8	68			
A. herba-alba	0,55	28,19	21,93	10	98	28,77	22,39	7	81			
A. ifranensis	1,21	26,76	19,78	12	57	25,99	20,21	11	60			
A. vallesiaca	0,53	25,12	21,85	15	123	25,94	22,52	13	119			

Tableau 1. Valeurs moyennes des caractères quantitatifs des stomates foliaires des *Artemisia* étudiés. Abréviations: largeur des lanières (l), longueur des stomates (Ls), largeur des stomates (ls), densité des stomates (ds), densité des cellules épidermiques (dcép). La densité correspond à l'unité de surface du champ microscopique: 6x40, S=0,1 mm<sup>2</sup>.

Nom des taxons étudiés	Indument	Cellule terminale		Pied		Localisation	
	Aspect	Forme	Nb. br.	L (mm)	Péd.		Nb. cel.
<b>A. Section I: Artemisia</b>							
Sous-section 1: <b>Artemisia</b>							
Série a: <b>Artemisia</b>							
A. verlotiorum	laineux	flexueuse	2	3,00-3,78	+ ou -	2-4	face inférieure
A. vulgaris	laineux	flexueuse	2	2,85-3,56	+	2-5	des feuilles
Série b: <b>Abrotanum</b>							
A. abrotanum	tomenteux	droite	2	0,31-0,54	+	1-2	toute la plante
A. judaica	tomenteux	droite	2	0,25-0,49	+	1-2	toute la plante
A. judaica subsp. sahariensis	tomenteux	droite	2	0,26-0,46	+	1-2	toute la plante
A. mesatlantica	soyeux	droite	2	0,48-0,67	+	1-2	toute la plante
A. negrei	tomenteux	droite	3-7	0,25-0,63	+	1-2	toute la plante
A. reptans	tomenteux	droite	2	0,35-0,69	+	1-2	toute la plante
A. lucentica	tomenteux	droite	2	0,28-0,57	+	1-2	toute la plante
Série c: <b>Dracunculus</b>							
A. campestris	glabre	-	-	-	-	-	feuilles basales
A. campestris subsp. glutinosa	glabre	-	-	-	-	-	tomeuteuses
A. campestris subsp. lloydii	glabre	-	-	-	-	-	non étudiées
A. crithmifolia	glabre	-	-	-	-	-	idem
A. flahaultii	glabre	-	-	-	-	-	idem
A. dracunculus	glabre	-	-	-	-	-	idem
Sous-section 2: <b>Absinthium</b>							
Série a: <b>Macrophyllae</b>							
A. absinthium	soyeux	droite	2	0,33-0,77	+	1-4	toute la plante
A. arborescens	soyeux	droite	2	0,26-0,53	+	1-4	toute la plante
Série b: <b>Camphoratae</b>							
A. alba	glabrescent	flexueuse	2	0,28-0,50	+	1-2	feuilles basales
A. alba subsp. chitachensis	glabrescent	flexueuse	2	0,20-0,61	+	1-2	et involucre
A. alba subsp. kabylica	glabrescent	flexueuse	2	0,24-0,58	+	1-2	tomeuteux
A. atlantica	soyeux	droite	2	0,42-0,63	+	1-3	toute la plante
A. atlantica var. maroccana	soyeux	droite	2	0,32-0,58	+	1-2	toute la plante
<b>B. Section II: Seriphidium</b>							
A. barrelieri	laineux	flexueuse	2	1,36-1,59	+	1-2	toute la plante
A. caerulescens	laineux	flexueuse	2	1,12-1,23	+	1-2	toute la plante
A. caerulescens subsp. gallica	laineux	flexueuse	2	1,15-1,68	+	1-2	toute la plante
A. herba-alba	laineux	flexueuse	2	1,36-1,69	+ ou -	1-3	toute la plante
A. ifranensis	laineux	flexueuse	2	1,44-1,77	+	1-2	toute la plante
A. vallesiaca	laineux	flexueuse	2	1,28-1,59	+	1-2	toute la plante

Tableau 2. Caractères quantitatifs et qualitatifs des poils tecteurs des *Artemisia* étudiés. Abréviations: nombres de branches (Nb. br.), longueur (L), pédicelle (péd.), nombre de cellules (Nb. cel.).

chez lesquelles la face supérieure est glabre et dépourvue de stomates. Ils sont nombreux et plus encore sur la face adaxiale que sur l'abaxiale. La densité varie de 60 à 190 sur une surface d'épiderme d'un millimètre carré; toutefois, il existe à ce sujet des différences notables pour les individus d'un même taxon suivant les conditions du milieu. Pour la majorité des échantillons observés, les axes des ostioles sont souvent orientés parallèlement à la nervure centrale.

Les cellules stomatiques sont généralement réniformes, de taille variable (26 à 46 µm). Les stomates peuvent être superficiels (figs. 3a, 3b et 3d) enfoncés (fig. 3e), ou saillants (fig. 3c).

Les poils sont différents tant par leur forme que par leur structure; les uns sont glanduleux, les autres tecteurs. Les poils glanduleux sont des poils sécréteurs formés d'un pédicelle et d'une tête plus ou moins sphérique de 8-10 cellules sur deux rangées, à structure éventuellement homogène. Les poils tecteurs sont formés d'un pédicelle de 1-4 cellules et une cellule terminale de forme différente et présente une structure variable selon les espèces (Ouyahya, 1995).

En suivant Jarvis *et al.* (1993) et par rapport à la classification adoptée dans des articles antérieurs (Ouyahya & Viano, 1988 et Ouyahya, 1989) on a remplacé le nom de la sous-section I (*Microcephalae*) par *Artemisia* et on a ajouté la série a (*Artemisia*) qui renferme *A. verlotiorum* et *A. vulgaris*.

#### A. Section I = *Artemisia*

##### Sous-section I = *Artemisia*

##### Série a: *Artemisia*

*A. verlotiorum* Lamotte, *A. vulgaris* L.

##### Série b: *Abrotanum* (Besser) Batt.

*A. abrotanum* L., *A. judaica* L. subsp. *sahariensis* (Cheval.) Maire, *A. mesatlantica* Maire, *A. negrei* Ouyahya, *A. reptans* Ch. Smith, *A. lucentica* O. Bolòs, Vallès & Vigo.

Epidermes vus à plat: Séries a et b (figs. 5 et 7e, f).

Les cellules épidermiques ont un contour polygonal, plus ou moins semblable sur les deux faces, à parois latérales faiblement sinueuses à ondulées sur la face opposée. Quant aux dimensions des cellules, nous avons remarqué une variation interspécifique très grande: *A. reptans* se distingue par de grandes cellules épidermiques (60 à 70 µm); *A. negrei* et *A. judaica* subsp. *sahariensis* possèdent des cellules épidermiques moyennes (50 à 60 µm) et les autres ont des cellules plus petites (30 à 40 µm). La densité des stomates (tab. 1), généralement l'épiderme supérieur est dépourvu des stomates. En ce qui concerne le nombre de cellules épidermiques par unité de surface (tab. 1), la situation est identique en comparaison avec celle qui est décrite pour les espèces de la sous-section *Absinthium*; en règle générale, l'épiderme inférieur a un nombre faible de cellules, à l'exception d'*A. verlotiorum* et *A. vulgaris*, où les cellules sont nombreuses et plus petites. Chez *A. negrei* comme chez *A. reptans*, le nombre et les dimensions des cellules épidermiques sont plus ou moins identiques dans les deux épidermes.

L'indument paraît plus hétérogène (tab. 2), permettant la discrimination d'espèces et de groupes d'espèces. *A. negrei* s'isole nettement par des poils tecteurs à plus de trois branches (3-7) droites (fig. 2a,b) et courtes (0,25-0,63 mm). Ce seul caractère permet donc de différencier sans ambiguïté *A. negrei* des deux espèces endémiques affines par le port et les feuilles à l'état végétatif, qui sont *A. mesatlantica* et *A. atlantica* var. *maroccana* (fig. 2c,d). *A. verlotiorum* et *A. vulgaris* se distinguent par des poils à deux branches flexueuses et très longues (2,85-3,78 mm) (fig. 2f), aspect laineux. Les autres taxons sont tomenteux et présentent des poils droits et courts (fig. 2c,d).

Epidermes vus en coupes transversales: Séries a et b (fig. 9).

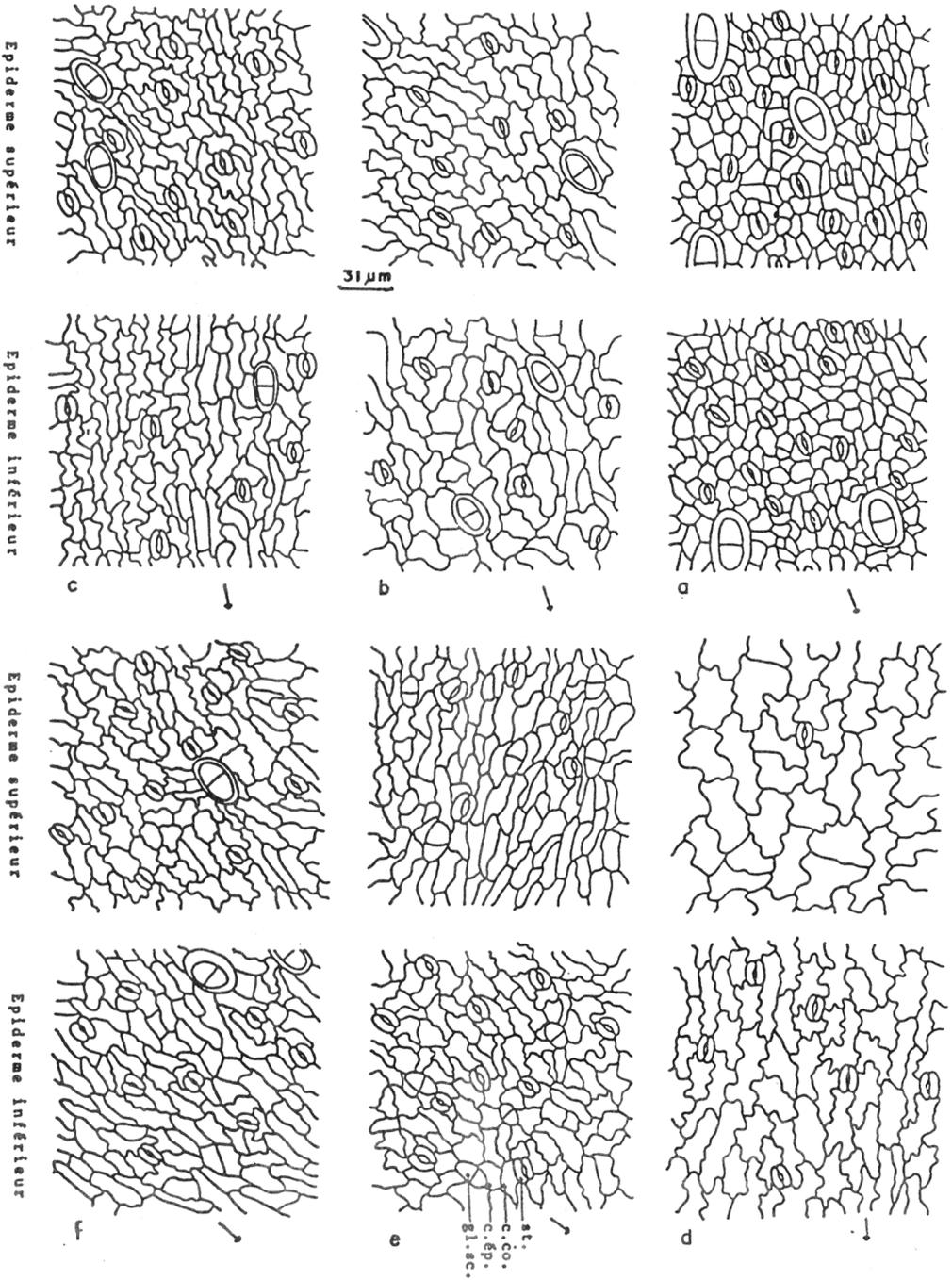


Figure 4. Epidermes foliaires vus à plat. a, *A. alba*; b, *A. alba* subsp. *chitachensis*; c, *A. alba* subsp. *kabylica*; d, *A. absinthium*; e, *A. arborescens*; f, *A. atlantica*. st.: stomate; c.co.: cellules compagnes; c.ép.: cellules épidermiques; gl.sc.: glandes sécréteurs.

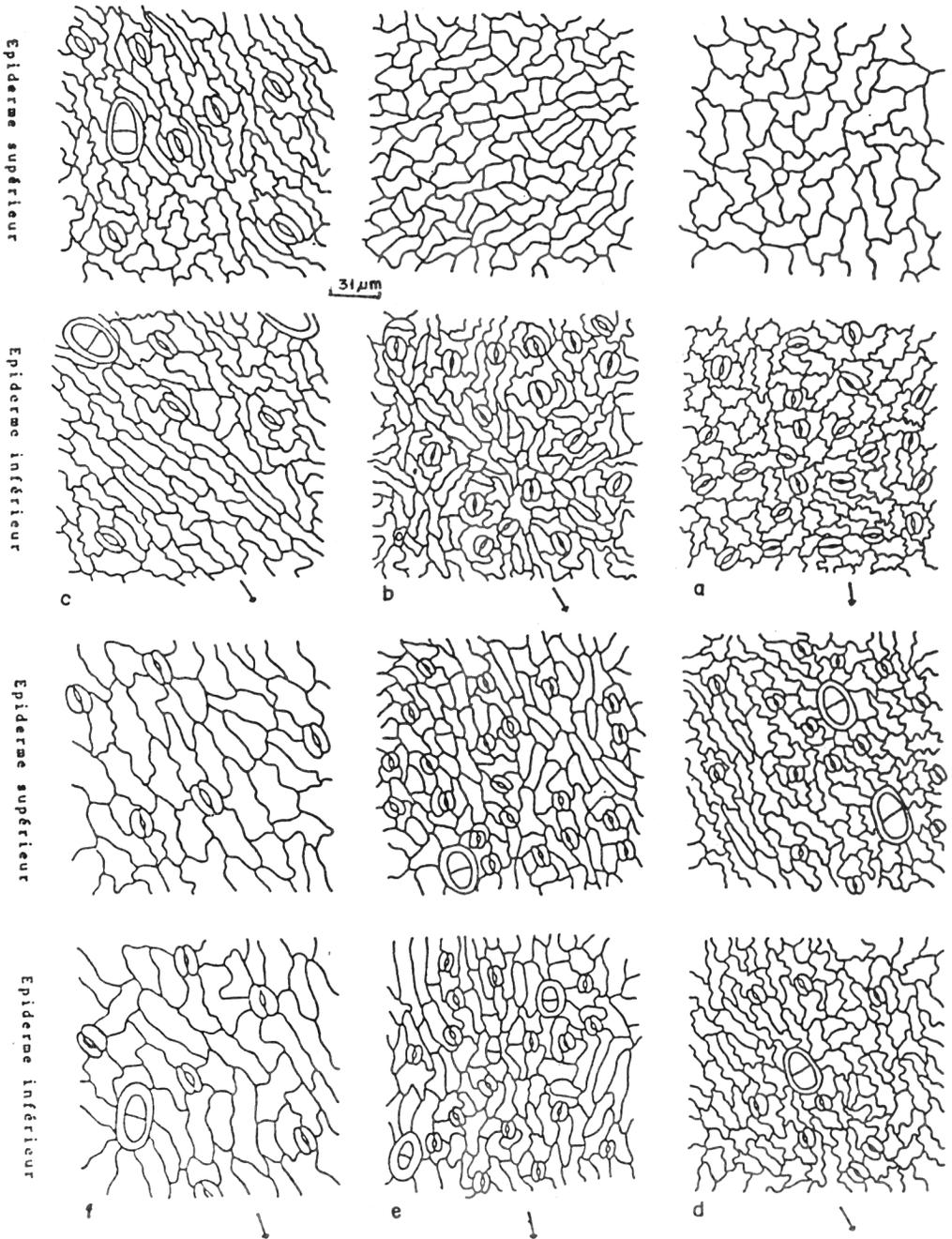


Figure 5. Epidermes foliaires vus à plat. a, *A. verlotiorum*; b, *A. vulgaris*; c, *A. abrotanum*; d, *A. atlantica* var. *maroccana*; e, *A. mesatlantica*; f, *A. negrei*.

Nous avons noté les mêmes remarques que chez les espèces de la sous-section *Absinthium*. Le tissu palissadique du mésophylle est formé de 3 à 4 couches de cellules allongées chez *A. judaica* subsp. *sahariensis* et *A. reptans*; chez les autres, ce tissu renferme 2 à 3 couches. En outre, la cuticule est plus sinueuse chez *A. abrotanum*, *A. judaica* subsp. *sahariensis* et *A. reptans*. Les stomates se situent plus ou moins au niveau de l'épiderme. Les microphotos faites au microscope électronique à balayage affirment ce caractère (fig. 12; microphotos a à d - fig. 13; microphotos c,d et e). Le type fig. 3a est plus répandu que le type fig. 3d.

Série c ***Dracunculus*** (Besser) Batt.

*A. campestris* L., *A. campestris* subsp. *glutinosa* (Gay) Batt., *A. campestris* subsp. *lloydii* Rouy, *A. crithmifolia* L., *A. dracunculus* L., *A. flahaultii* Emberger & Maire.

Epidermes vus à plat: Série c (fig. 6).

Les épidermes des échantillons analysés ont en général des cellules polygonales, à parois latérales droites (planes) ou modérément sinueuses. Corrélativement, le nombre de stomates est toujours plus grand sur la face supérieure des lanières (tab. 1). Pour le nombre et les dimensions des cellules épidermiques (tab. 1), nous relevons les faits suivants: chez l'ensemble, les cellules épidermiques sont, en nombre et en dimension, semblables dans les deux épidermes; elles sont plus nombreuses et plus petites chez *A. campestris* subsp. *glutinosa*, *A. campestris*, *A. flahaultii*, *A. dracunculus*, plus grandes et en nombre faible chez *A. crithmifolia* et *A. campestris* subsp. *lloydii*.

Les taxons étudiés sont glabres à l'exception des feuilles basales qui présentent des poils avec deux branches courtes et  $\pm$  droites (tab. 2).

Epidermes vus en coupes transversales: Série c (fig. 10).

Les espèces de cette série se distinguent par un épiderme très épais (30 à 40  $\mu\text{m}$ ) et le tissu palissadique du mésophylle également bien développé (2 à 3 couches de hautes cellules). La cuticule est droite (plane) chez *A. crithmifolia* et sinueuse à ondulée chez les autres. L'épaisseur de l'épiderme et du tissu palissadique du mésophylle doit être rapportée, sans doute, à l'épaisseur générale des lanières. (> 0,5  $\mu\text{m}$ ). Au microscope électronique à balayage les stomates apparaissent presque au même niveau des cellules épidermiques (fig. 12; microphotos g et h - fig. 14; microphotos a à c). A part *A. campestris* subsp. *glutinosa* qui présente des lèvres ostiolaires plus développées et plus hautes, elles dépassent fortement les parois latérales des cellules de garde des stomates ainsi que les cellules épidermiques (fig. 3c - fig. 12; microphotos e et f).

Sous-section 2 ***Absinthium*** DC.

Série d ***Macrophyllae*** Batt.

*A. absinthium* L., *A. arborescens* L.

Série e ***Camphoratae*** Batt.

*A. alba* Turra, *A. alba* subsp. *chitachensis* (Cosson) Maire, *A. alba* subsp. *kabylica* (Chabert.) Maire, *A. atlantica* Cosson & Durieu, *A. atlantica* var. *maroccana* (Cosson) Maire.

Epidermes vus à plat: Séries d et e (figs. 4 et 5d).

Les cellules de l'épiderme adulte de la face adaxiale sont plus ou moins semblables à celles de la face abaxiale. Elle ont un contour polygonal. Les parois latérales sont plus ou moins droites (planes) seulement chez *A. arborescens* (dans l'épiderme supérieur) et *A. alba* (dans les deux épidermes). Chez les autres taxons, les cellules ont les parois latérales sinueuses et l'amplitude des ondulations est très grande chez *A. atlantica* var. *maroccana*.

Les dimensions des cellules épidermiques ne diffèrent pas sensiblement sur les deux faces du limbe foliaire. Mais d'un taxon à l'autre, nous pouvons noter des variations significatives; par exemple *A. absinthium* possède des cellules épidermiques de 60 à 70  $\mu\text{m}$ , et chez *A. alba* les cellules épidermiques sont plus petites de 30 à 40  $\mu\text{m}$ . La densité des stomates par unité de surface (tab. 1) varie beaucoup chez les espèces étudiées, mais la plus grande densité se rencontre néanmoins chez *A. alba*, la moindre chez *A. absinthium*. En ce qui concerne le nombre de cellules épidermiques par unité de surface (tab. 1), nous constatons, qu'en règle générale, l'épiderme inférieur a moins de cellules épidermiques et de stomates que l'épiderme supérieur, seuls *A. absinthium* et *A. arborescens* font exception, appartenant à la série *Macrophyllae* et présentant des lanières assez larges (2-2,8 mm).

Du point de vue pilosité (tab. 2), *A. alba* se distingue par des poils tecteurs à cellule terminale avec deux branches flexueuses et courtes (0,20-0,61 mm) (fig. 2h), alors que les autres taxons se caractérisent par un indument à aspect soyeux avec deux branches droites et aussi courtes (0,26-0,77 mm) (fig. 2c,d).

Epidermes vus en coupes transversales: Séries d et e (figs. 8 et 9a).

Les taxons étudiés de cette sous-section diffèrent entre eux, soit par les dimensions des cellules épidermiques, soit par le nombre et les dimensions des couches du mésophylle. En effet, *A. absinthium* s'isole des autres espèces par la présence d'un hypoderme et la forme des cellules du mésophylle qui sont plus ou moins isodiamétriques. Inversement, chez les autres, elles sont allongées et perpendiculaires aux épidermes. *A. alba* se distingue par une cuticule sinueuse-ondulée et par un tissu palissadique formé par 3 à 4 couches de hautes cellules, contrairement aux autres, chez qui nous comptons 2 à 3 couches. Les stomates se

trouvent presque au même niveau de l'épiderme (fig. 3a), ce qui est confirmé par les observations au microscope électronique à balayage (fig. 13; microphotos a et b - fig. 14; microphotos d, e et f).

#### B. Section II: *Seriphidium* Besser

*A. caerulescens* L., *A. caerulescens* subsp. *gallica* (Willd.) K. Persson, *A. herba-alba* Asso, *A. ifranensis* Didier, *A. vallesiaca* All., *A. barrelieri* Besser.

Epidermes vus à plat: Section II (fig. 7).

Comme chez les espèces de la section *Artemisia*, les cellules épidermiques ont un contour polygonal, à parois latérales souvent planes à ondulées, leurs dimensions et leur nombre sont variables sur les deux épidermes (tab. 1). Quant à la densité des stomates elle est plus élevée sur la face supérieure que sur l'autre face (tab. 1), à l'exception d'*A. caerulescens* (origine Espagne).

La pilosité est plus homogène que celle des taxons de la section précédente. Elle révèle un aspect laineux avec deux branches flexueuses (fig. 2f) et assez longues (1,12-1,77 mm). Certains pieds de *A. herba-alba* présentent des nids cotonneux de Myrmicines (appartenant probablement au *Lasioderma serricornis* Fab) formés par les poils tecteurs. Ces nids servent aux bergers pour allumer du feu.

Epidermes vus en coupes transversales: Section II (fig. 11).

Les taxons de cette section possèdent un épiderme moins épais (15 à 20  $\mu\text{m}$ ) et un tissu palissadique du mésophylle moins développé, *A. barrelieri* (provenant d'Espagne) et *A. herba-alba* (origine Egypte) faisant exception. La situation des stomates par rapport aux cellules épidermiques est inverse en comparaison à celle qui est décrite pour les espèces analysées plus haut. Les stomates sont souvent saillants. Malheureusement ce caractère n'a pu cependant être observé au

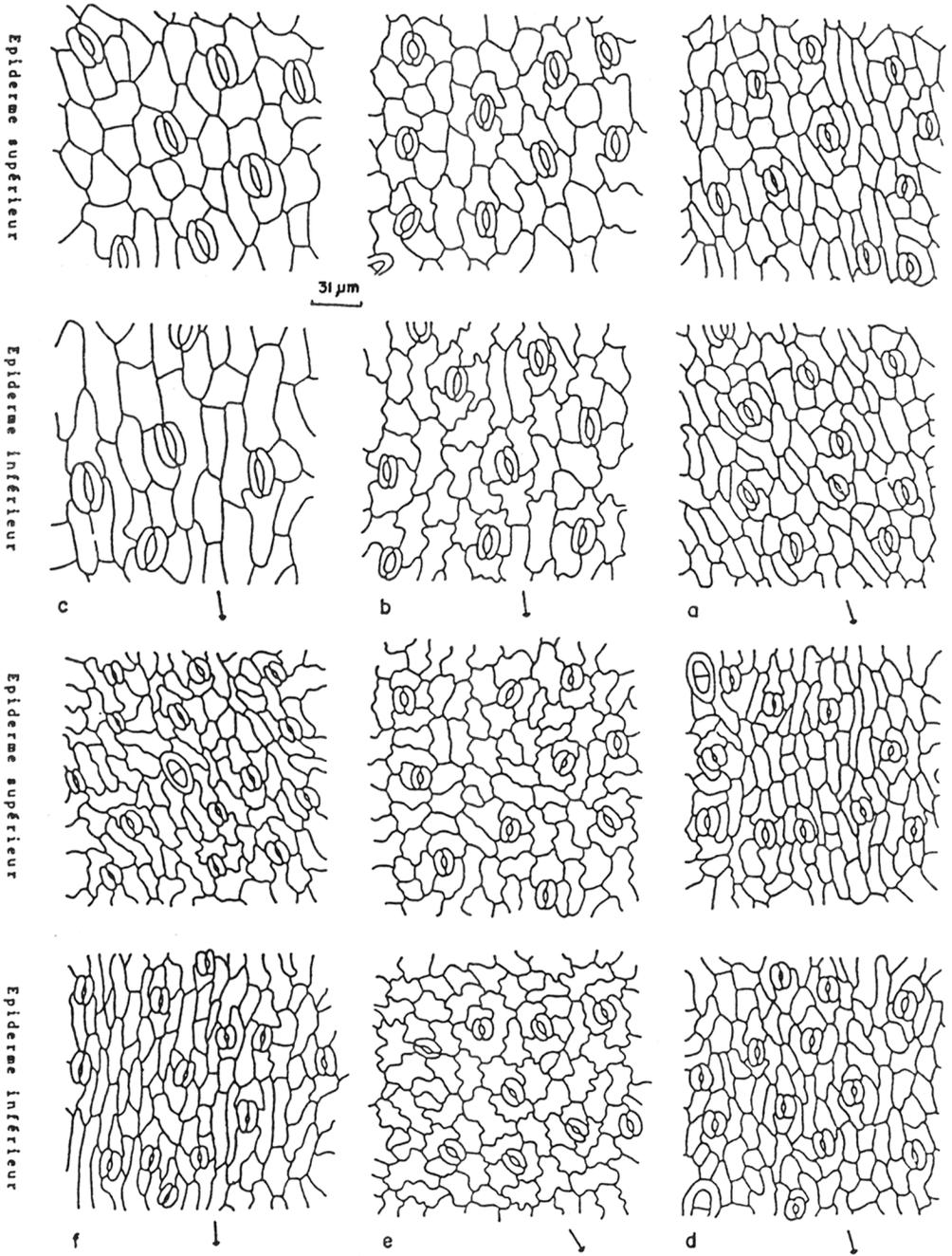


Figure 6. Epidermes foliaires vus à plat. a, *A. campestris*; b, *A. campestris* subsp. *lloydii*; c, *A. crithmpifolia*; d, *A. campestris* subsp. *glutinosa*; e, *A. dracunculus*; f, *A. flahaultii*.

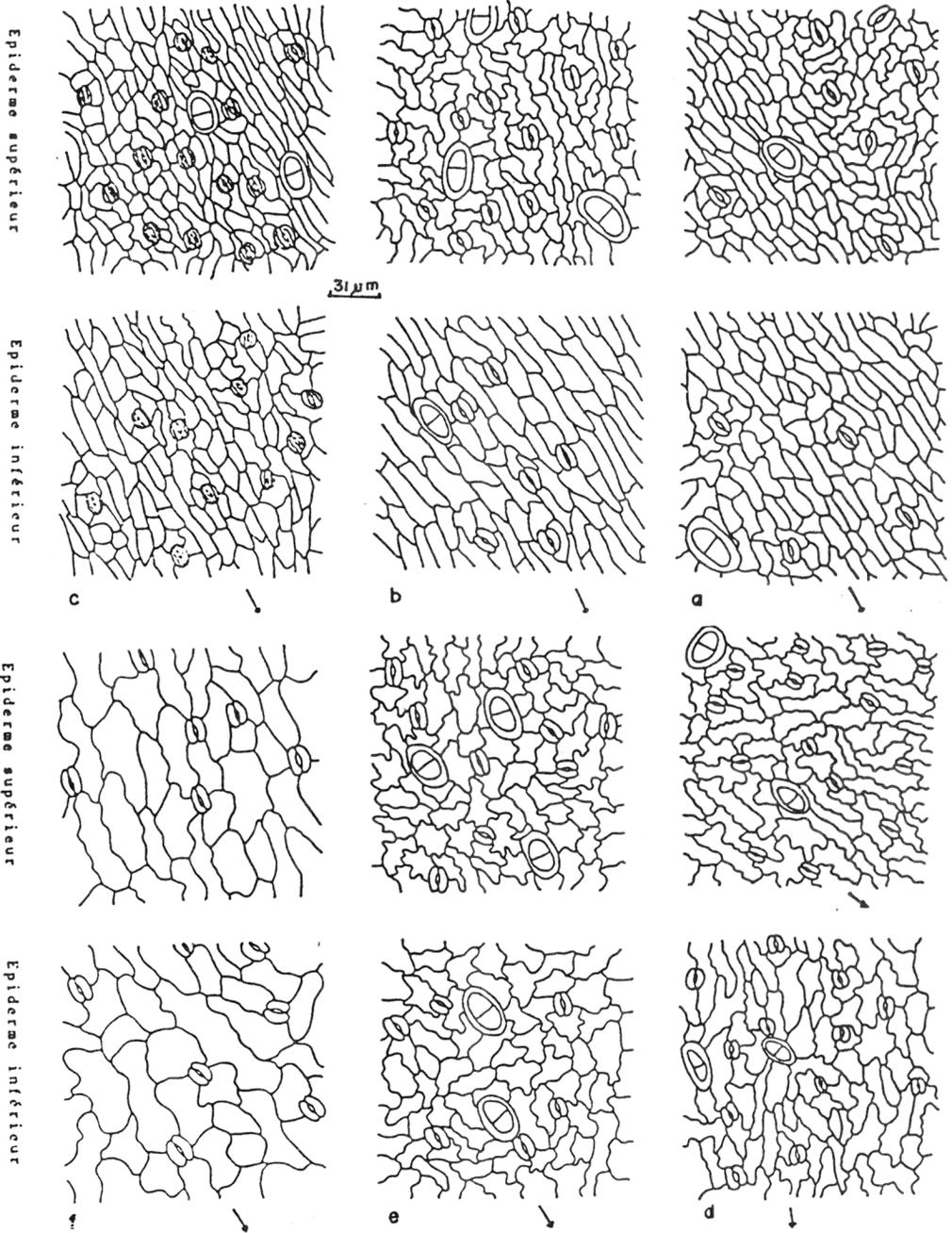


Figure 7. Epidermes foliaires vus à plat. a, *A. barrelieri*; b, *A. herba-alba*; c, *A. caerulescens* subsp. *gallica*; d, *A. ifranensis*; e, *A. judaica* subsp. *sahariensis*; f, *A. reptans*.

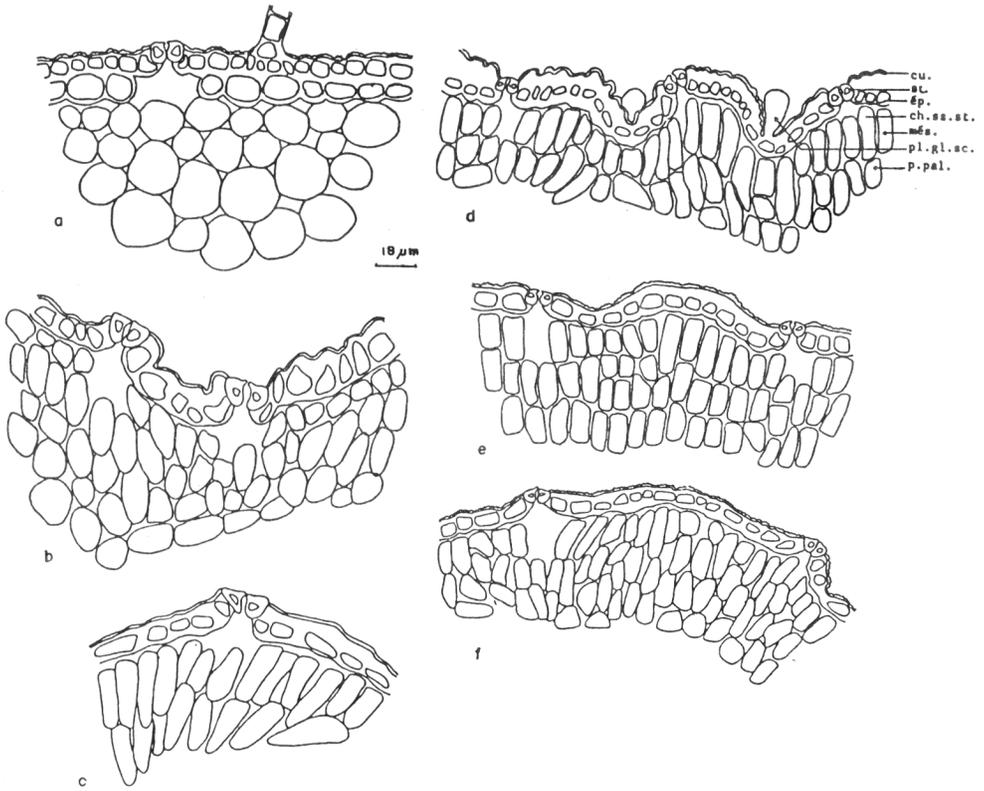


Figure 8. Epidermes foliaires vues en coupe anatomique transversale. a, *A. absinthium*; b, *A. arborescens*; c, *A. atlantica*; d, *A. alba*; e, *A. alba* subsp. *chitachensis*; f, *A. alba* subsp. *kabylica*. cu.: cuticule; st.: stomate, ép.: épiderme; ch. ss. st.: chambre sous-stomatique; més.: mésophylle; pl. gl. sc.: poil glanduleux sécréteur; p. pal.: parenchyme palissadique.

MEB (fig. 13; microphotos g et h). Contrairement aux autres échantillons étudiés, *A. gallica* (origine France) présente des stomates enfoncés (fig. 12; microphoto f). Le type le plus fréquent est le type de la figure 3e.

**b) Caractéristiques biométriques.**

Les résultats de l'étude statistique classique de deux caractères (L et l) des stomates des deux faces des lanières des feuilles caulinaires ont été groupés dans les tableaux 1 et 2.

Les graphiques de la figure 1 illustrent les variations intra et interspécifiques. Ces

documents permettent de réunir les taxons considérés en trois groupes:

Taxons à stomates de grande taille: L 40 µm; l 27 µm

Taxons à stomates de taille moyenne: 30 L 40 µm; 23 l 27 µm

Taxons à stomates de petite taille: 23 L 30 µm; 20 l 23 µm

Le premier groupe s'observe chez *A. crithmifolia* (espèce polyploïde, 2n = 54, provenant du Portugal). *A. campestris* subsp. *lloydii* (sous-espèce probablement polyploïde, 2n = 54, provenant de France) et *A. negrei* (espèce endémique marocaine, polyploïde, 2n = 56 à 65).

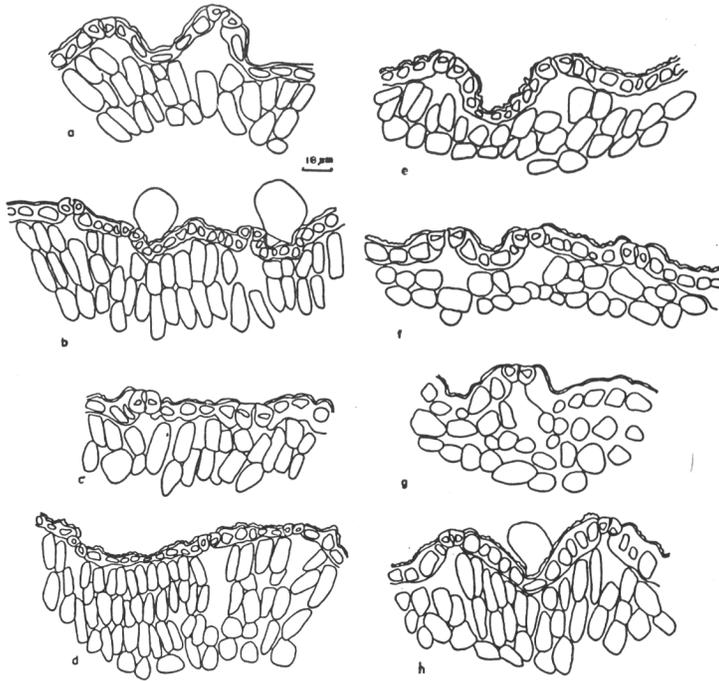


Figure 9. Epidermes foliaires vus en coupe anatomique transversale. a: *A. atlantica* var. *maroccana*; b: *A. mesatlantica*; c: *A. negrei*; d: *A. judaica* subsp. *sahariensis*; e: *A. abrotanum*; f: *A. vulgaris*; g: *A. verlotiorum*; h: *A. reptans*.

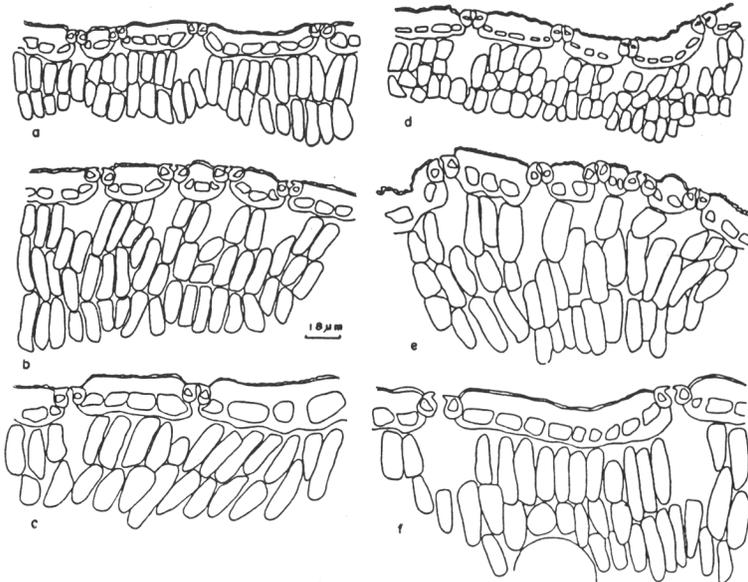


Figure 10. Epidermes foliaires vus en coupe anatomique transversale. a, *A. flahaultii*; b, *A. campestris* subsp. *glutinosa*; c, *A. dracunculus*; d, *A. campestris*; e, *A. campestris* subsp. *lloydii*; f, *A. crithmifolia*.

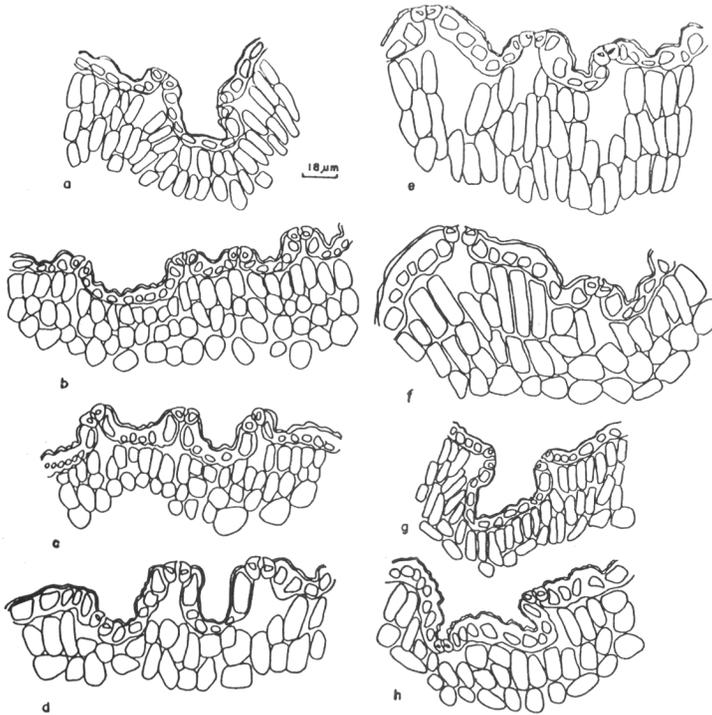


Figure 11. Epidermes foliaires vus en coupe anatomique transversale. a et e, *A. herba-alba*; b, *A. ifranensis*; c, *A. vallesiaca*; d-g-h; *A. caerulescens* subsp. *gallica*; f, *A. barrelieri*.

Vraisemblablement *A. campestris* subsp. *lloydii* Rouy est un synonyme d'*A. crithmifolia* L., comme le laissent supposer Kawatani et Ohno (1964) qui ont dénombré  $2n = 54$  chez un échantillon provenant de la France sous le nom d'*A. crithmifolia*.

L'ensemble des espèces suivantes: *A. absinthium*, *A. alba*, *A. arborescens*, *A. abrotanum*, *A. campestris*, *A. campestris* subsp. *glutinosa*, *A. dracunculus* et éventuellement *A. flahaultii* se rattachent au deuxième groupe, c'est-à-dire, les taxons ayant des stomates de taille moyenne.

Enfin, les stomates de petites taille se rencontrent chez les autres taxons étudiés: *A. atlantica*, *A. atlantica* var. *maroccana*, *A. herba-alba*, *A. ifranensis*, *A. judaica* subsp. *sahariensis*, *A. mesatlantica*, *A. caerulescens*, *A. caerulescens* subsp. *gallica*, *A. reptans* et *A.*

*vallesiaca*. Ces groupes sont établis sur des valeurs moyennes issues de calculs statistiques. Les observations montrent des extrêmes accusés; la taille des stomates varie beaucoup à l'intérieur d'un même taxon, par exemple de 27 à 37  $\mu\text{m}$  chez *A. alba*, 29 à 37  $\mu\text{m}$  chez *A. campestris*, 22 à 32  $\mu\text{m}$  chez *A. reptans*.

Il semble que les variations observées puissent être corrélées d'une part avec des facteurs d'ordre écologique, et d'autre part avec la polyploïdie qui semble être en rapport avec des stomates de grande taille des taxons polyploïdes à un degré élevé (6x, 7x, etc.). Pour ce dernier caractère, si l'importance de l'amplitude de variation apparaît comme évidente chez *A. crithmifolia* et *A. negrei* il faut néanmoins utiliser ce caractère de la taille des stomates avec beaucoup de précaution (Cardou, 1972).

## CONCLUSION

De nos observations phytodermologiques des *Artemisia* étudiés, il ressort que le type stomatique le plus répandu (plus de 95%) est celui d'anomocytique (Renonculacé), type primitif (Guyot, 1966). Ceci semblerait indiquer que les taxons étudiés seraient peu évolués, du moins au point de vue de la phytodermologie.

Le plus souvent, les cellules épidermiques sont semblables sur les deux faces par les dimensions, la forme, le contour des parois latérales, mais elles sont sensiblement variables d'un taxon à l'autre. En effet, elles sont relativement moins nombreuses et plus grandes dans l'épiderme supérieur chez *A. crithmifolia*, *A. campestris* subsp. *lloydii*, *A. absinthium*, *A. negrei* et *A. reptans*. Tandis que chez les autres taxons elles sont plus nombreuses et de taille moyenne à petite.

La densité des stomates est, en général, plus grande dans l'épiderme supérieur des espèces vivant en conditions arides (telles *A. judaica* ou *A. herba-alba*), plus faible chez *A. absinthium* et *A. arborescens*, et quasiment identique chez les plantes des régions semi-arides. Nous avons aussi remarqué l'absence des stomates dans l'épiderme supérieur chez *A. verlotiorum* et *A. vulgaris*. Par la présente étude, ces deux espèces semblent mériter d'être classées dans la même série *Artemisia*, par contre, Ling (1992) les a rangées respectivement dans deux séries distinctes (*Codonocephalae* (Pamp.) Y.R. Ling et *Artemisia*) en s'appuyant vraisemblablement sur des caractères chimiques.

Toutes ces observations prennent un sens dès que l'on considère les conditions écologiques où vivent ces plantes et les répercussions physiologiques qui s'en suivent.

Selon Arora *et al.* (1982), les plantes à stomates de type anomocytique se localisent dans des endroits secs, contrairement au type

anisocytique qui se trouve chez les taxons qui croissent dans les localités humides. Cette hypothèse pourrait être valable pour la plupart des armoises marocaines qui se rencontrent dans des régions arides et semi-arides (*A. herba-alba*, *A. mesatlantica*, *A. negrei*, *A. atlantica* var. *maroccana*, *A. reptans*).

La majorité des espèces étudiées possède un trichome abondant sur les deux faces et des lanières très réduites (au moins 0,5 mm de large); l'éclairement est à peu près identique pour les deux faces, les stomates sont plus nombreux pour l'épiderme supérieur que pour l'épiderme inférieur, et on distingue du parenchyme palissadique sur les deux faces des lanières.

Cette apparente anomalie peut facilement s'expliquer non par des raisons liées à l'intensité du rayonnement (lumineux et thermique) auquel la plante aurait plutôt tendance à se protéger en isolant la face adaxiale de ses feuilles, mais par des raisons liées étroitement à l'alimentation en eau. En région aride, en effet (et Nègre, 1953-1961 l'a bien montré), les brouillards matinaux et la rosée fournissent l'essentiel de l'eau aux végétaux: capter cette eau est pour eux un problème crucial qu'ils règlent en ouvrant largement les stomates de la face adaxiale des feuilles.

A travers cette étude, les poils glanduleux apparaissent plus homogènes que les poils tecteurs, permettant ainsi la distinction de trois groupes; les poils à cellule terminale avec deux branches longues (2-4 mm) se rencontrent chez *A. verlotiorum* et *A. vulgaris*, assez longues (1-2 mm) chez toutes les espèces de la section *Seriphidium* et courtes (0,20-1 mm) chez les espèces de la section *Artemisia*, à l'exception celles de la série *Dracunculus* qui sont glabres sauf les feuilles basales. Alors que *A. negrei* se distingue par des poils tecteurs en «étoile» souvent à cinq branches.

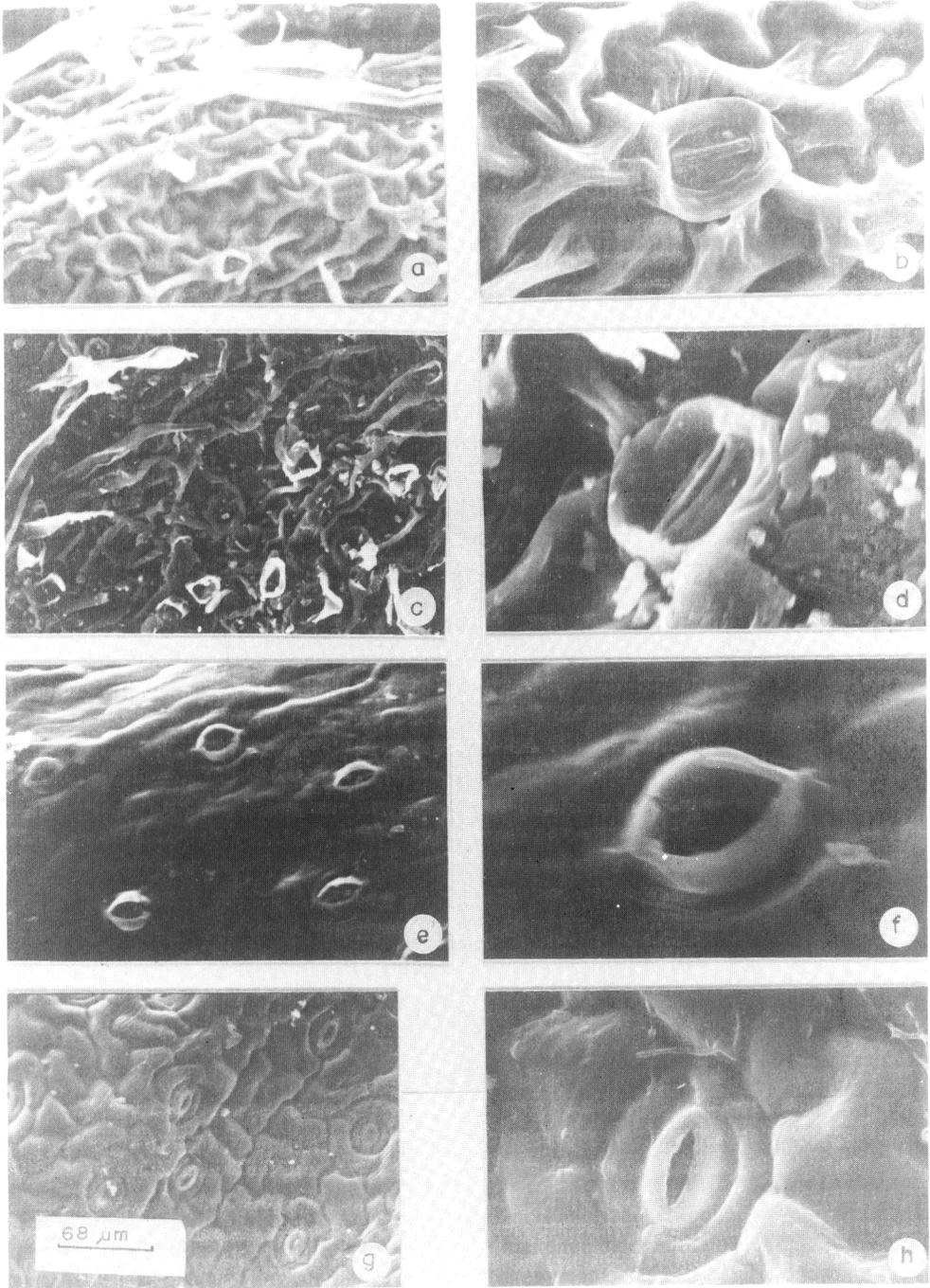


Figure 12. Microphotographies de l'épiderme foliaire vu à plat et des stomates observés au MEB. a et b, *A. mesatlantica*; c et d, *A. negrei*; e et f, *A. campestris* subsp. *glutinosa*; g et h, *A. dracunculus*.

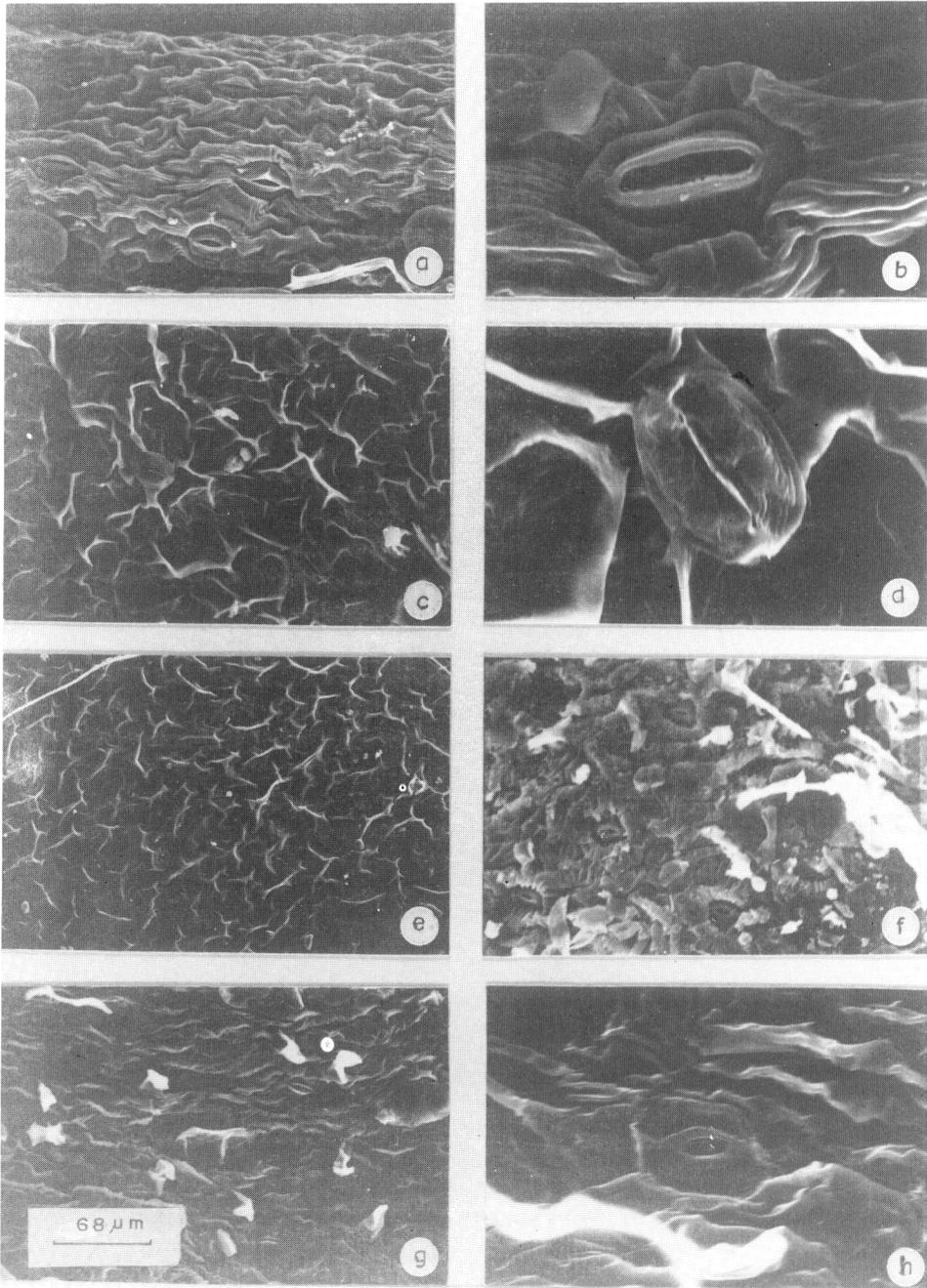


Fig. 13. Microphotographies de l'épiderme foliaire vu à plat et des stomates observés au MEB. a et b, *A. alba* subsp. *chitachensis*; c, d et e, *A. verlotiorum*: c, épiderme foliaire inférieur vu à plat pourvu des stomates; d, détail d'un stomate; e, épiderme foliaire supérieur dépourvu des stomates. f, *A. gallica*; g et h, *A. herba-alba*.

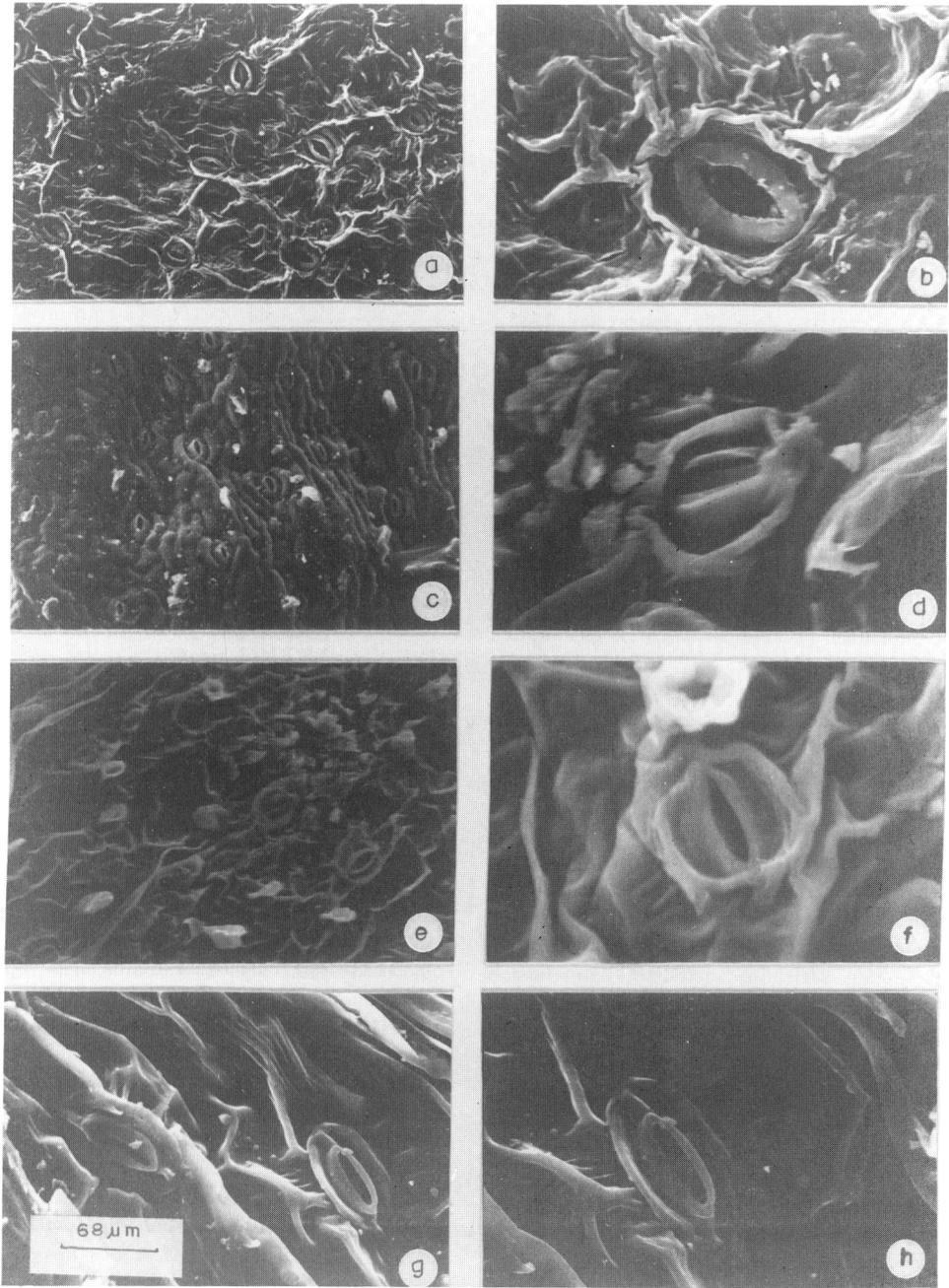


Figure 14. Microphotographies de l'épiderme foliaire vu à plat et des stomates observés au MEB. a et b, *A. crithmifolia*: a, épiderme foliaire vu à plat; b, détail d'un stomate; c, épiderme foliaire vu à plat d'*A. flahaultii*. d, détail d'un stomate d'*A. arborescens*; e, et f, *A. absinthium*: g et h: *A. ifranensis*; g, épiderme foliaire vu à plat; h, détail d'un stomate.

## MATERIELS ETUDIÉS

- A. absinthium* - **MAROC**: Moyen Atlas oriental: Akbet Laâgouz, 345,5x611, 1700 m., LEWALLE 20.6.1982, RAB; flanc nord de Bab el Haout, février 1984, RAB. **ALGERIE**: Djurjura, Mathez 15.4.1984.
- A. abrotanum* - **FRANCE**: Bézier (Hérault), jardin, alluvions 65 m, Bailhase 15 oct. 1908, MPU. **ITALIE**: environ de Naples, Dunant nov. 1885, MPU.
- A. alba* - **ITALIE**: Côtes incultes du monte Spaccato, près de Trieste, Tommassini sept. 1842, MPU. Jardin botanique de Padova, 1981 - **FRANCE**: Isère: les saillants à Prélénfrey, bords de la route, Coste 22 sept. 1913. **ESPAGNE**: Prov. d'Huesca, l'Ainsa del Sabrarbe, 570 m, n°2315/77, Montserrat 15.9.1977, RAB. **ALGERIE**: In montibus Bellezma Numidiae inter Tenlit Gontos et Aïn Cham, in lapidosis calcareis labentibus, 1700-1800 m, Maire 12.6.1938, RAB.
- A. alba* subsp. *chitchensis* - **MAROC**: vallée de l'Acif Soufouloud, rocailles gréso-calcaire, 2000-2200 m, Emberger 20 juillet 1929, MPU. In Atlantis Majoris montibus supra urben Demnat, Tizi-n-Oualmegha, solo silico, 2000-2250 m, Maire 30 julii 1926., RAB. Moyen Atlas oriental: flanc nord de jbel Bou Naceur, limite sup. de la forêt de cèdre, avec les xérophytes épineux, sol rocailleux, 2450 m, Ouyahya 22.7.1983, RAB. In faucibus Akka-n-Ouyad, Atlantis Majoris orientalis, solo calcareo, 1950-2000 m., Maire 19.4.1936, RAB, MPU. Ayachi: massif de l'Ayachi, gorge d'Imi-n-Thanad, 2500 m., Guinet *et al.* 3.7.1952, RAB. Ech. n° 0403, cultivé dans le jardin botanique de l'Institut Scientifique à Rabat, Ouyahya 15.11.1985.
- A. alba* subsp. *kabylica* - **ALGERIE**: lieux pierreux de la région montagnarde de Beni Bou youcef, Kabylie, Type, Chabert 10 juillet 1888, RAB.
- A. atlantica* - **TUNISIE**: Feriana: Le Houérou 1959, MPU. **ALGERIE**: Djebel Groun, rocailles calcaires 1400-1600 m, Maire 27.5.1918, MPU.
- A. atlantica* var. *maroccana* - **MAROC**: Anti-Atlas: Ighrem au 1/100 000 en 355,8x223,5, conglomérats, *Cistus villosus* et *Thymus pallidus* dominants, 2130 m, Peltier 16.5.1977, RAB. Moyen Atlas: Taourirt-Tamokrant, flanc sud, 1960m, avec Alfa, Ouyahya 12.11.1983, RAB.
- A. barrelieri* - **ESPAGNE**: Murcie: Lorca, lieux arides dans les Sierras, Jeronino 1930, MPU, RAB. Orihuela, lieux arides, sur calcaire (Prov. de Turuel), 1500 m, Reverchon Aout 1895, RAB.
- A. caerulescens* - **ESPAGNE**: El Rocio (Almonte, Huelva), ad ripas fluminis Guad al quivir, in pratis udis (*Juncetalia maritimi*), Castroviejo 9.11.1978, RAB.
- A. caerulescens* subsp. *gallica* - **ESPAGNE**: Cadaquès (Espagne Gerona), Cabo de Creus, côte nord, Cala Aguilas, 20 m rochers schisteux dominants la mer, 10.10.1978, RAB. **CORSE**: Les plages, Bonifacio à la Pertusato, Reverchon 23.9.1880, MPU.
- A. campestris* - **ALGERIE**: Sud oranais, Aïn Safra, Battandier. **TUNISIE**: Oued El Kheil (sud tunisien) Djebel Labiod, Joly 4.2.1907, RAB. **ESPAGNE**: Cerdanya 2.9.1915. **FRANCE**: jardin botanique de Caen, juin 1979, RAB; Saint Bonnet, 410 m, 16.9.1883, MPU; Haute-Loire: Le Puy, fissures des rochers basaltiques, Gillot 28 sept. 1906, MPU.
- A. campestris* subsp. *glutinosa* - **MAROC**: Moyen Atlas central: route Ifrane-Boulmane, steppe à armoise, Lecompte *et al.* 12.7.1967, RAB; route Boulemane-Fès, descente vers la cuvette de la dayat Afrouganrh, Lecompte 13.7.1967, RAB; près de dayat Ifrah, Ouyahya 27.7.1978, RAB; piste de dayat Hachlef à dayat Ifrah, 1720 m, Ouyahya 13.11.1986, RAB. Haut Atlas occidental: Tizi-Maâchou 1850 m, exposition est, 35%, schistes, Ouyahya 29.7.1982, RAB. **TUNISIE**: Ousseltia: Baitard oct. 1936, RAB.
- A. campestris* subsp. *lloydii* - **FRANCE**: Saint Jean de Mont en Vendée, dunes grises, 15.10.1882, RAB.
- A. crithmifolia* - **PORTUGAL**: Beira litoral-Figreira da Foza Ljla, Dinis 1.8.1983, RAB.

- A. dracunculus* - **ITALIE**: jardin botanique de Padova, avril 1983, RAB.
- A. flahaultii* - **MAROC**: Moyen Atlas oriental: flanc nord du jbel Bou Naceur, 2500 m, sol rocailleux, Ouyahya 23.7.1978, RAB; flanc sud du jbel Bou Naceur, Ouyahya *et al.* 11.10.1977, RAB.
- A. herba-alba* - **MAROC**: 25 km de Midelt, 1500 m, sol caillouteux (cultivé dans le jardin de l'Institut scientifique à Rabat), Ouyahya 22.11.1985, RAB. Après Gourrama, 1400 m, Ouyahya 23.11.1985, RAB. Haut Atlas: après Tilmi 2270m, sol limono-argileux sur Permo-Trias, Ouyahya 24.11.1985, RAB; Tirrhist 2430 m, sol rocailleux, exposition sud-est 30%, Ouyahya 25.11.1985, RAB; Jbel Talout, flanc nord 2000 m, 35%, sol très caillouteux, Ouyahya 26.11.1985, RAB; Jbel Talout, flanc sud 1930 m, 40%, sol très caillouteux, Ouyahya 26.11.1985, RAB; Jbel Talout, flanc sud, piste de Bou Taghrar 1680 m, replat, sol très caillouteux, Ouyahya 26.11.1985; Bou Izakarne, Laachir 11.4.1986. **ALGERIE**: O. Mecheria. Battandier, MPU; Tamanghasset, Maire 7.3.1928. **TUNISIE**: Fom Rjijil, Djbel El Ebiod (Sud Tunisien), Joly 21.2.1907, MPU.
- A. herba-alba* var. *typica* - **MAROC**: Grand Atlas: El Kalaâ des M'Gouna, Rungs 17.11.1948, RAB.
- A. herba-alba* var. *huguetti* - **MAROC**: Km 30 route d'Agadir-Essaouira, Pailles Mars 1950, RAB. Moyen Atlas central: au bord de la route Ifrane-Boulmane, 1740 m, Fennane 31.5.1985, RAB.
- A. herba-alba* var. *oranensis* - **MAROC**: Massif de Santon, près d'Oran Faure 2.1.1931, MPU.
- A. herba-alba* var. *aurasiaca* - **ALGERIE**: Aurès, Ghoufi, Clastier janv. 1936, MPU.
- A. herba-alba* var. *glabrescens* - **ESPAGNE**: Aranjuez (prov. de Madrid) (fleurs pourpre): Rivas-Martinez 22.11.1976, RAB.
- A. ramosa* - **MAROC**: prov. d'Agadir, route de Souk-el-Had d' Afella Irhir (Anti-Atlas) 29°30N 8°48'W, rocailles calcaires ca 1300 m n°219., Charpin *et al.* 4.2.1981, RAB.
- A. ifranensis* - **MAROC**: Atlas de Beni Mellal: Larbaâ des Ait Oukabli, 1800 m, exposition est, pente 15%, marnes grises, Ouchbani 23.4.1984, RAB.
- A. judaica* subsp. *sahariensis* - **EGYPTE**: Abou Gingeh désert, Deffers 18.4.1881, RAB. **ALGERIE**: wilaya Tamanrasset, Hoggar-massif 26 km N. Tahifert au der piste nach Idelès, 1850 m, breites saudiges, Podlech, 18.3.1981.
- A. mesatlantica* - **MAROC**: Moyen Atlas central: au bord de la route Ifrane-Boulmane, 1740 m, Fennane 21.4.1985, RAB. Haut Atlas: Tirrhist, exposition sud-est, 30%, sol rocailleux sur calcaire, 2430 m, Ouyahya 25.11.1985, RAB.
- A. negrei* - **MAROC**: Haut Atlas: jbel Afadaï flanc nord, rebord de l'oued Tinnerhraft, 1800 m, type, Ouyahya 1.11.1978, RAB; Tirrhist, exposition sud-est, 30%, sol rocailleux sur calcaire, 2430 m, Ouyahya 15.11.1985, RAB.
- A. reptans* - **MAROC**: Haha des Ida-ou-Tanate, près de Tamri, au Nord du Cap Rhir, Ben Abid 18.4.1978, RAB. Cap Rhir, steppe à *Euphorbia*, Lewalle 26.12.1983. Jorf el Yhoudi, sud de Safi, Gmira avril 1986.
- A. hispanica* - **ESPAGNE**: Murcie: Lorca à Carraclaca, Sierras, Jéronimo 18.10.1923, MPU.
- A. vallesiaca* - **SUISSE**: Colline de Champlan près de Sion, terrain pauvre rocailleux, sur calcaire, 800 m, Morret 19.10.1907, RAB.
- A. verlotiorum* - **MAROC**: Haut Atlas: jardin de l'hôtel de Toubkal à Asni, 1600 m, Lewalle 20.9.1982, RAB. **ITALIE**: prov. de Verese, Ternate, bord du lac de Comabbio, 245 m, terrain vague Lambinon 13.11.1976, RAB.
- A. vulgaris* - **ESPAGNE**: Cerdagne: Pingcerdé, talus, 1150 m, Sennen 17.8.1917, MAR. **FRANCE**: côte d'Or: Cromos, près de Dijon, bords des champs sur l'Oligocène lacustre, Gerard 28.8.1911, RAB.

## BIBLIOGRAPHIE

- ARORA, K., J. GRACE & f. STEWART -1982- Epidermal features of *Heracleum mantegazzianum* Somm. et Lev. H. sphondylum L. and their hybrid. *Bot. Journ. Linn. Soc.*, 85: 165-177.
- ASCENSAO, L. & M. S. S. PAIS -1987- Glandular trichomes of *Artemisia campestris* (ssp. *maritima*) ontogeny and histochemistry of the secretory product. *Bot. Gaz.*, 148(2):221-227.
- BIDAULT, M. -1968- Essai de taxinomie expérimentale et numérique sur *Festuca ovina* L. s.l. dans le sud-est de la France. *Rev. Cytol. biol. végét.*, 31: 217-356.
- BOUREAU, E. -1954- Anatomie végétale: l'appareil végétatif des phanérogames. Pres. univ. France T.I, 328 p.
- CARDAU, Ch. -1972- Recherches biosystématiques sur la section *Jacea* Coss. et quelques sections voisines du genre *Centaurea* L. en France et dans les régions limitrophes. *Feddes Repert.*, 83(5-6): 311-472.
- CAUWET-MARC, A.M. & J. CARBONNIER - 1978- Contribution pluridisciplinaire à la connaissance du genre *Bupleurum* L. Actes du 2è symposium International sur les Umbellifères, Perpignan 1977.»Contributions pluridisciplinaires à la systématique»pp. 623-652.
- CERCEAU-LARRIVAL, M-Th. -1962- *Plantules et pollens d'ombellifères, leur intérêt systématique et phylogénétique*. Thèse; Toulouse, 1961, *Mém. Soc. Hist. Nat.*, nouv. sér. Botanique, 14: 166 p.
- CERCEAU-LABRIVAL, M-Th. -1971- Plantules et pollen dans le genre *Eryngium* L. Relations avec la biogéographie. *C. R. Somm. Séanc. Soc. Biogéogr.*, 424: 104-112.
- CEREAU-LARRIVAL, M-Th. -1973- Corrélation de caractères pour une étude biologique du genre *Eryngium*. *C.R. 96è congr. Nat. Soc. Sav. Toulouse* 1971, 5: 451-477.
- FLORIN, R. -1933- Studien über die Cycadales des Mesozoikums netost Erörterungen über die spaltöffnung-sapparate der Bennettitales. *K. Svensk. Vet. Akad.*, Hand 12: 1-134.
- FRANCEY, P. -1936- Étude de l'appareil stomatique chez les Dicotylédones dans un but taxinomique. *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.*, 59(239): 1-12.
- GHIGLIONE, Cl., P. BOURREIL, T. PUGNET, M. GIRAUD, & M.L. RICHARD -1975- Recherches morphologiques, physiologiques et biochimiques sur la diaspore des entités évolutives d'*Aristida rhiniochloa* Hochst., graminée africaine. *Boissiera*, 24: 151-172.
- GUYOT, M. -1966- Les stomates des Umbellifères. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 113(66): 244-273.
- GUYOT, M. -1971b- Types stomatiques et biogéographie du genre *Eryngium*. *C. R. Soc. Biogeogr.*, 424: 113-125.
- GUYOT, M., M.T. CERCEAU-LARRIVAL, M.C. CARBONNIER-JARREAU, L. DEROUET & J. RELOT -1980- Corrélations entre types stomatiques et types polliniques dans la tribu des Caucaledées: (Umbellifères). *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, sér.4, sect. B., 4: 341-385.
- HELLER, R. -1974- *Statistique biologique*. Edit. Gautier-Villars, Paris.
- HUMBERT, C. -1977- Recherches sur la différenciation des stomates. *Rev. Gen. Bot.*, 84: 241-304.
- JARVIS, C.E., F.R. BARRIE, D.M. ALLAN & J.L. REVEAL -1993- *A list of Linnaean generic names and their types*. International Association for Plant Taxonomy. Koelt Scientific Books, Germany.
- LING, Y.R. -1992- Chemotaxonomy of *Artemisia* L. *Comp. Newsl.*, 22: 18-23.
- METCALFE, C.R. & L. CHALK -1950- *Anatomy of the Dicotyledons*. Tome I et II, Edit. Clarendon Press.
- NAPP-ZINN, K. & M. EBLE -1978- Beiträge zur systematischen anatomie der Anthemideae: die spaltöffnungsapparate. *Pl. Syst. Evol.*, 130(3-4).
- NAUTIYAL, S. & A. N. PUROHIT -1980- High altitude acclimatization in plants: stomatal frequency and anatomical changes in leaves of *Artemisia* species. *Biologia Plantarum* (Praha), 22(4): 282-286.
- NEGRE, R. -1953- Les associations du Jebel Saa (Moyen Atlas d'Itzer). *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, 1ère partie, 32: 139-165; 2ème partie, 33: 27-88.
- NEGRE, R. -1961- Les associations végétales du Jebel Saa. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, 41: 19-62.
- OUYAHYA, A. -1989- Etude anatomique de armoises du bassin méditerranéen occidental. *Bull. Inst. Sci. Rabat*, 13: 63-74.

- OUIAHYA, A. -1995 - Systématique du genre Artemisia au Maroc. *Advances in Compositae Systematics*, pp. 293-354, éd. D.J.N. HIND, C. JEFFREY & G.V. POPE, Kew.
- OUIAHYA, A. & J. VIANO -1988- Recherches cytogénétiques sur le genre Artemisia L. au Maroc. *Bol. Soc. Brot.*, sér. 2, 61: 105-124.
- SCHOCH, P.G. -1972- Variation de la densité stomatique de *Capsicum annum* L., en fonction du rayonnement global. *Compt. Rend. Acad. Paris*, 274 sér. D: 2496-2498.
- VALLÈS XIRAU, J. -1987- Contribución al estudio de las razas ibéricas de Artemisia herba-alba
- VESQUE, I. -1889- De l'emploi des caractères anatomiques dans la classification des végétaux. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 36: 41-77.
- Acceptado para su publicación en Mayo de 1996
- Adresse de l'auteur. Institut Scientifique. Département de Botanique et Écologie Végétale B.P. 703 Rabat Maroc