

Zeitschrift: Candollea : journal international de botanique systématique = international journal of systematic botany
Herausgeber: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève
Band: 40 (1985)
Heft: 2

Artikel: Observations sur le genre Zerdana Boiss. (Cruciferae)
Autor: Jacquemoud, Fernand
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-879789>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Observations sur le genre *Zerdana* Boiss. (Cruciferae)

FERNAND JACQUEMOUD

RÉSUMÉ

JACQUEMOUD, F. (1985). Observations sur le genre monotypique *Zerdana* Boiss. (Cruciferae — Hesperideae). *Candollea* 40: 347-376. En français, résumés français et anglais.

Etude morphologique et taxonomique du genre monotypique *Zerdana* Boiss., endémique du Zagros et des hautes montagnes de l'Iran central, avec carte de distribution. Différant de leurs congénères du Zagros, par la morphologie du calice, les feuilles et la silique, les spécimens provenant de l'Iran central sont attribués à une sous-espèce nouvelle, *Z. anchonioides* Boiss. subsp. *stenocarpa*. Suite à la mise en évidence de caractères distinctifs supplémentaires la var. *stenophylla* Boiss. & Hausskn. est également élevée au rang de sous-espèce. L'examen des relations génériques de *Zerdana* fait apparaître de fortes affinités avec les genres *Sterigmostemum* M. Bieb., *Anchonium* DC., et *Oreoloma* Boč. La nature de l'endémisme du genre est discutée.

ABSTRACT

JACQUEMOUD, F. (1985). Investigations on the genus *Zerdana* Boiss. (Cruciferae — Hesperideae). *Candollea* 40: 347-376. In French, English abstract.

Morphological and taxonomical studies on the monotypic genus *Zerdana* Boiss., endemic from the southern Zagros range and from the high mountains of the central Iranian highland (map). The morphology of leaves, silique and calyx, separates Central Iranian specimens from those from the Zagros mountains, which are attributed to a new subspecies, *Z. anchonioides* Boiss. subsp. *stenocarpa*. As a consequence of micromorphological evidence, the var. *stenophylla* Boiss. & Hausskn. becomes a distinct subspecies, too. Relationships of the genus within the tribe *Hesperideae*, show close affinities to *Anchonium* DC. as well as to *Sterigmostemum* M. Bieb., and Central Asiatic genus *Oreoloma* Boč. Some considerations are given about the nature of *Zerdana's* endemism.

Introduction

BOISSIER (1842: 84, puis 1867: 239) classe le genre *Zerdana* au voisinage des genres *Anchonium* DC. et *Sterigma* DC. (i.e.: *Sterigmostemum* M. Bieb.). La révision de ces deux derniers genres impliquait donc l'examen du genre *Zerdana*. Le nombre réduit des exsiccata et des localités représentées, allié à la disparité des récoltes, rendent quelque peu illusoire une approche de type monographique. Mais, il est douteux que l'on puisse jamais disposer d'un matériel beaucoup plus abondant. Car la rareté du genre *Zerdana* dans les collections découle, abstraction faite des aléas de l'exploration botanique, d'un endémisme très prononcé, caractéristique majeure de la flore du Zagros et de l'Iran central.

Provenance du matériel étudié

Vu leur petit nombre et pour la clarté de l'exposé, les localités dont provient le matériel étudié sont citées ici, du N.-W. vers le S.-E. (voir carte, fig. 15):

Zardeh Kuh	<i>Zagros</i>
Kuh-e Kellal ou (et?) Kuh-Nur	<i>Zagros</i>
Kuh-e-Dinar [= Kuh-e Daëna]	<i>Zagros</i>
Tezerjan Kuh	<i>Montagnes du plateau central</i>
Kuh-e-Khabr	<i>Montagnes du plateau central</i>

On se référera à la rubrique "Specimina visa" pour les citations détaillées.

Morphologie

L'appareil végétatif

Plantes vivaces polycarpiques de haute-montagne, à floraison annuelle, les représentants du genre *Zerdana* sont caractérisés par un appareil végétatif imposant, qui contraste avec des organes florifères graciles et modestes.

Peu ou pas représenté sur les exsiccata, le système racinaire ne sera pas décrit.

La *souche* constitue donc le seul élément observable de l'appareil végétatif. De nature ligneuse (voir coupe, fig. 23), elle est organisée, le plus souvent, en un sympodium très divisé, dont les ramifications terminales sont couronnées d'une rosette de feuilles entourant le bourgeon persistant. Le segment apical de ces rameaux est revêtu de vestiges foliaires desséchés, formant une sorte de manchon protecteur. Dimensions, nombre et grosseur des rameaux, conformation de la souche sont variables. L'axe primaire peut atteindre 1,3 cm d'épaisseur, le diamètre des rameaux, 2 à 6 mm, pour une longueur de 2 à 7 cm. L'ensemble de la souche peut dépasser 15 à 20 cm (fig. 17), (alors que la tige des exemplaires fructifiés n'excède que rarement 10 cm).

Bien que variable, l'architecture de la souche ne témoigne pas d'une grande plasticité. Elle semble refléter une prédilection pour des substrats fermes et stables. L'habitus ordinaire de la plante est très contracté, assez proche du port en "coussinet", et à rattacher, quant au type biologique, à une catégorie intermédiaire entre *hémicryptophyte* et *chamaephyte*, au sens de RAUNKIAER (1905: 373).

L'indument

Feuilles, tiges, sépales et siliques sont pourvus, à des degrés divers, d'un *indument* comprenant plusieurs types de poils ainsi que des glandes stipitées, et dont la variabilité n'a pas d'incidence taxonomique. Toutefois, la forme des glandes, sur la silique, est prise en compte dans la distinction de la subsp. *stenophylla*.

Les poils

L'intrication de ses constituants aux formes, dimensions et proportions variables, ne permet pas d'établir une stratification bien nette de la pubescence. Les poils peuvent être rangés, grosso modo, dans quatre catégories:

1. Poils *ramifiés*, à pédicelle court et rameaux étalés à ascendants. Peuvent présenter une base en "socle", comme ceux du type 3 (cf. fig. 1 b). Localisation: surtout sur les siliques; parfois sur les feuilles.
2. Poils *dendritiques*, à rameaux dressés ascendants, à pédicelle allongé. Localisation: toutes les parties pubescentes de la plante (fig. 1 a).
3. Poils *peu ramifiés, sur un mode \pm dichotomique*, à pédicelle allongé, parfois épaissi, et branches flexueuses et ascendantes. Leur base est généralement insérée sur un "socle", plus ou moins proéminent, constitué d'un petit nombre de cellules épidermiques (cf. fig. 1 b, 2 et 3). Localisation: surtout sur les marges et à l'apex des feuilles ainsi que sur les styles.
4. Poils *fourchus ou simples*, atteignant 1 mm de longueur. Localisation: en touffe sur la petite bosse sub-apicale des sépales, mais aussi sur le haut de la tige, les pédoncules, et la base du pétiole de certains exemplaires.

Il existe, naturellement, de nombreuses formes intermédiaires. En revanche, nous n'avons pas repéré chez *Zerdana*, de poils ramifiés "en cornes de cerf", semblables à ceux que l'on peut voir dans certaines espèces du genre *Sterigmostemum*, et très répandus également dans le genre *Matthiola*. Par les caractères de sa pubescence, le genre *Zerdana* se rapproche du genre *Anchonium*.

L'*ornementation* des trichomes d'un même individu n'est pas constante, à l'image de ce qui a été observé dans les genres *Anchonium* (JACQUEMOUD 1984 b: 726, fig. 9) et *Sterigmostemum*.

Les glandes

Les *glandes* (fig. 4), pluricellulaires, sont stipitées, translucides, à tête subsphérique, parfois jaunâtre, souvent quelque peu déprimée. Elles se rattachent au type répandu chez la plupart des espèces de *Sterigmostemum*, chez *Anchonium*, ou encore dans certaines espèces des genres *Matthiola* (*M. damascena*, *M. dumulosa*, *M. livida*, notamment), *Micrantha*, *Clausia*, *Iskandera*, etc. Distribuées sur les deux faces des feuilles, la tige, les pédoncules et les siliques, elles sont plus abondantes sur le haut de la tige et les siliques. En outre, la subsp. *stenophylla* se distingue par des siliques à glandes *brièvement pédicellées*, la longueur du pédicelle n'excédant pas le diamètre de la tête sphérique de la glande (voir fig. 5). Par ailleurs, le pédicelle est souvent plus fin dans les subsp. *stenophylla* et *stenocarpa*.

La feuille (cf. fig. 6 et 16 à 21)

Disposées en rosettes basales denses — il n'y a ni feuilles caulinaires, ni bractées — les *feuilles* varient dans leurs formes et leurs dimensions. Lancéolées, oblongues-lancéolées, entières, rarement sinuées, dans la subsp. *anchonioides*, sinuées, sinuées-lobées à pennatifides, dans la subsp. *stenocarpa*, elles sont lancéolées à oblongues-lancéolées, rarement obtusément dentées dans le tiers supérieur, dans la subsp. *stenophylla*. Dans les trois sous-espèces elles sont atténuées en un pétiole étroit, à base dilatée et embrassante, tandis que leur sommet est toujours obtus. Marcescentes, leurs vestiges subsistent longtemps sur le haut des rameaux de la souche. Les bords du limbe sont souvent involutes, surtout dans la subsp. *stenophylla*, où l'étroitesse des feuilles, d'ailleurs aussi plus courtes, n'est pas qu'apparence: $15-17 \times 2-2,5$ mm, contre $17-28 \times 2-5$ mm. La pubescence et la répartition des glandes sont homogènes sur les deux faces. Les bords du pétiole, à sa base, les marges et la pointe des feuilles, sont en général plus richement garnis de poils à pédicelle et rameaux longs.

La *nervation* est peu apparente et d'ordinaire, seule la nervure médiane est discernable.

Les cellules de l'épiderme ne présentent pas de caractéristiques particulières. Les *stomates* (ca. $20 \mu \times 25-30 \mu$), sont principalement de type *anisocytique*, appelé aussi "type crucifère": trois cellules limitrophes, l'une étant plus petite que les autres (VAN COTT, 1970: 237). On retrouve cette disposition, classique chez les Crucifères (mais jusqu'à quel point?), chez *Anchonium* et *Sterigmostemum*. En revanche, dans ces deux genres, tout comme chez *Zerdana*, certains des stomates observés se rapportent plutôt au type anomocytique.

La coloration des feuilles varie entre le vert grisâtre et le vert jaunâtre, avec une tendance au vert argenté dans la subsp. *stenophylla*.

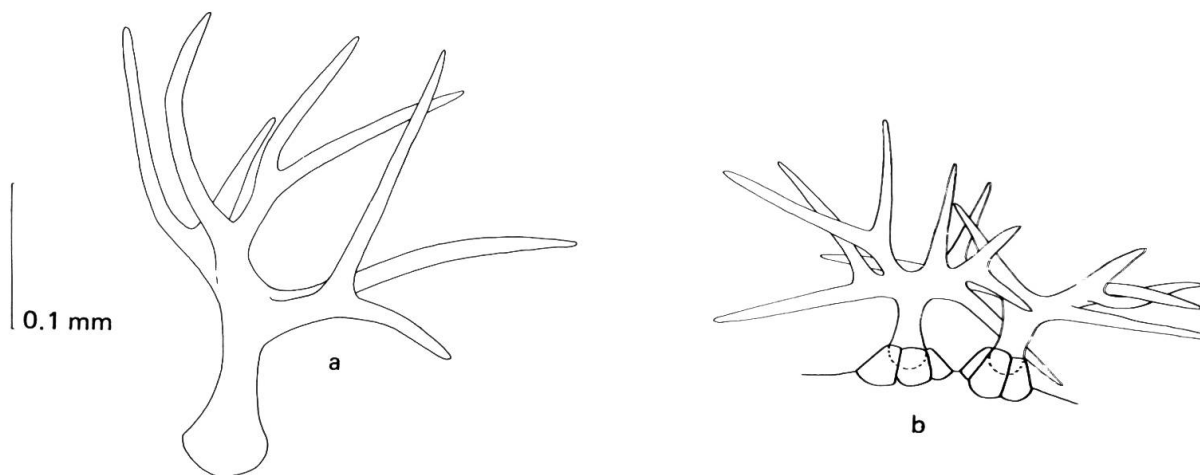


Fig. 1. — Poils ramifiés dendritiques. a) poil isolé; b) deux poils à pédicelle court et branches étalées, avec la base insérée sur un "socle" de cellules épidermiques (*Z. anchonioides* subsp. *stenocarpa*, Assadi, Edmonson & Miller 1764 (G)).

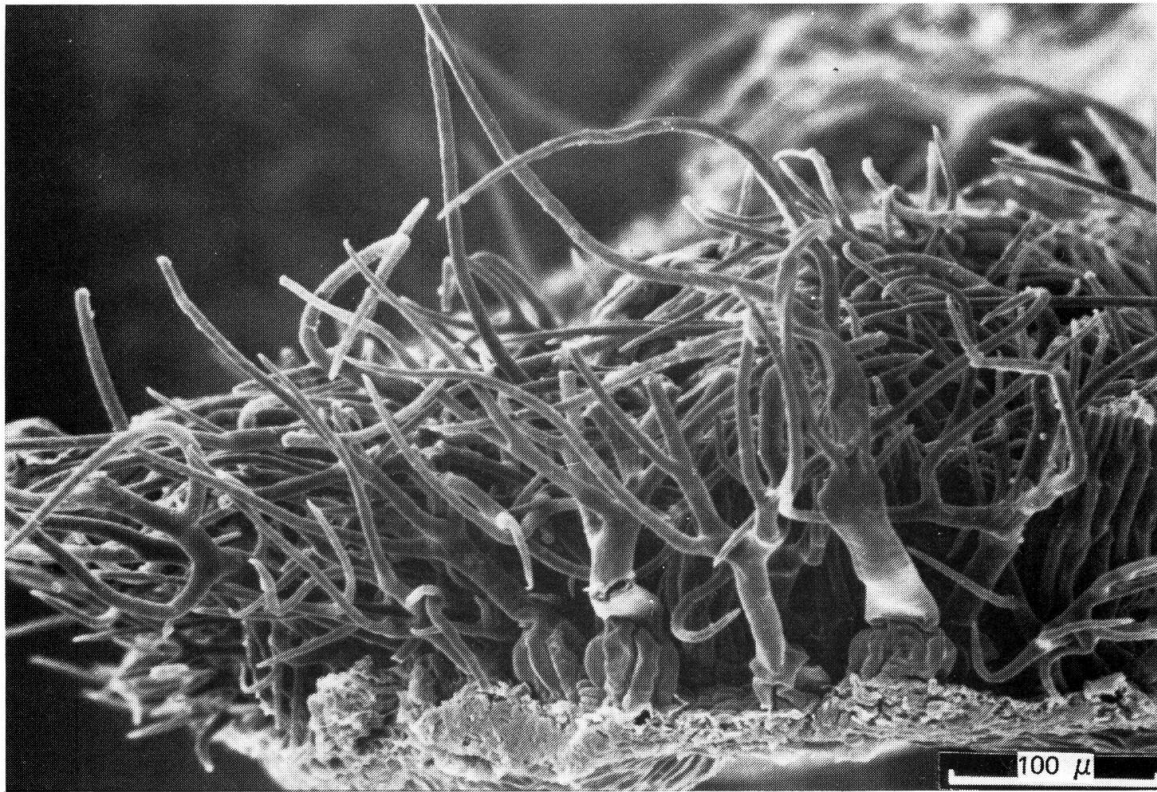


Fig. 2. — Poils à rameaux allongés et base en "socle" (subsp. *anchonioides*, valve de silique, *Aucher-Eloy 91* (G-BOIS)).

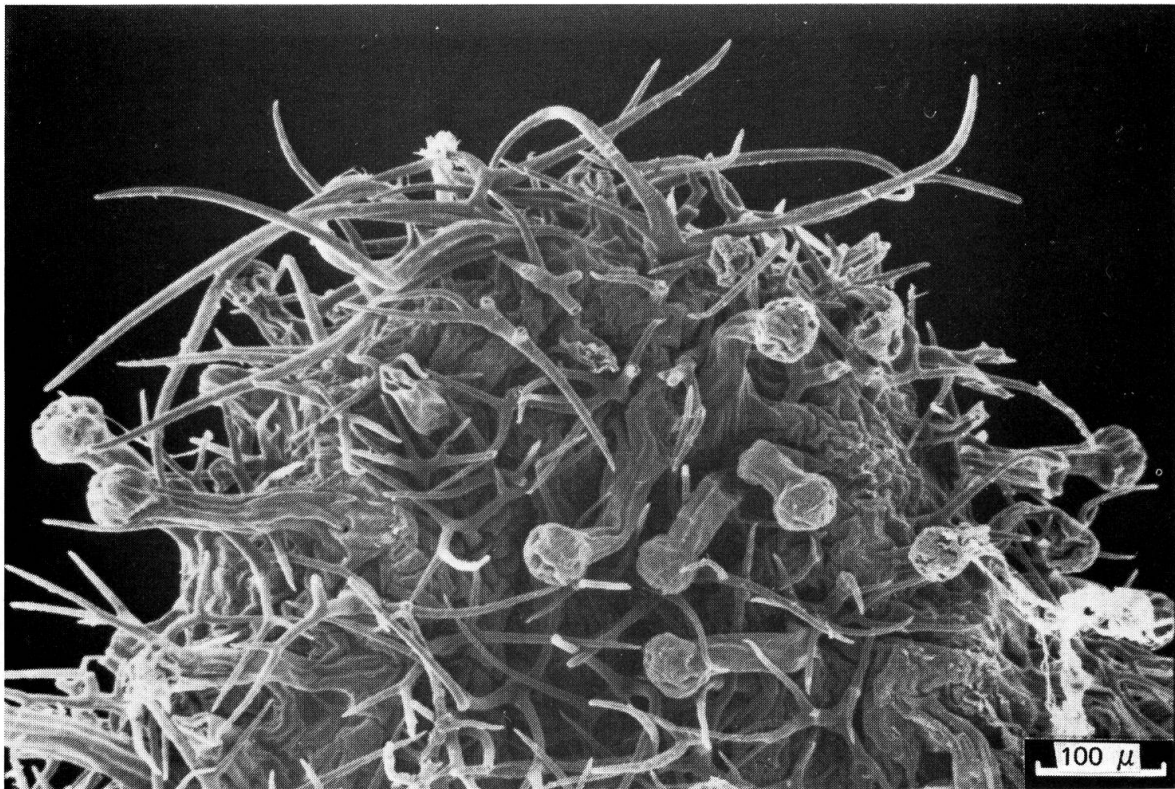


Fig. 3. — Vue d'un apex foliaire montrant les poils peu ramifiés, à branches très allongées.

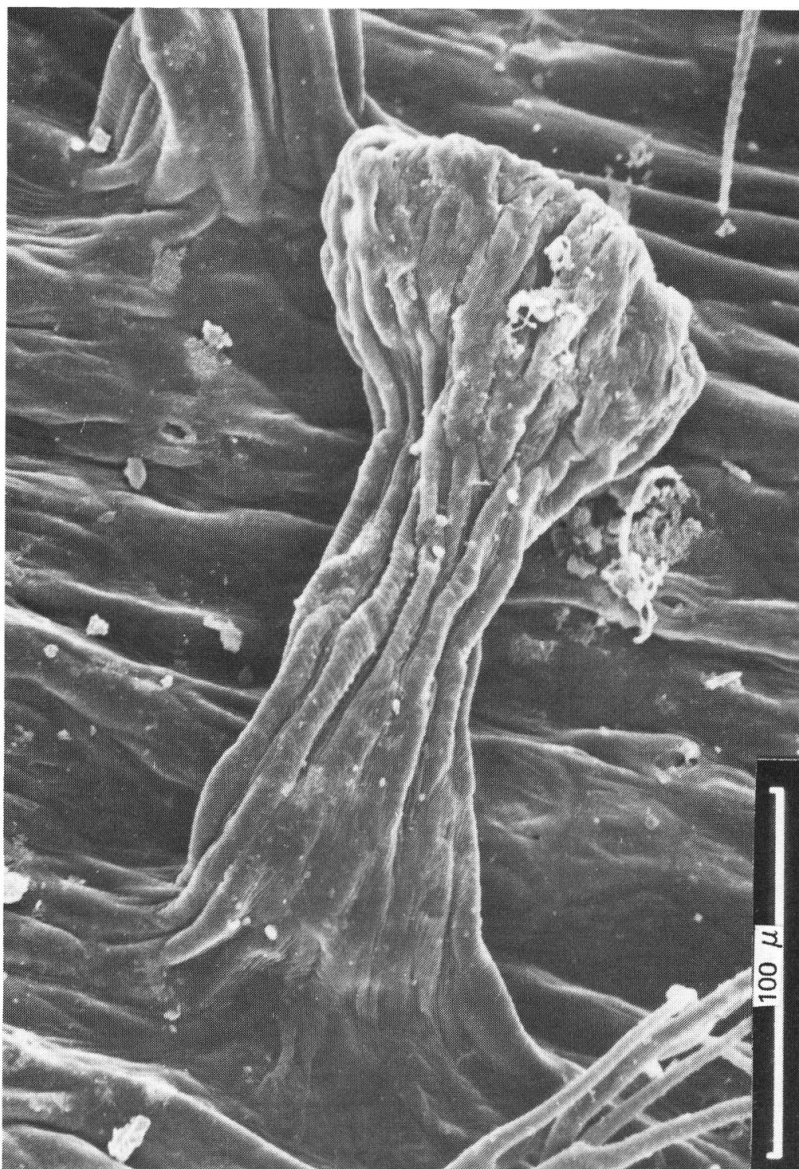


Fig. 4. — Glande pluricellulaire stipitée. Subsp. *anchonioides*, silique, *Aucher-Eloy 91* (G-BOIS).

La tige (cf. fig. 16 à 21)

De nature herbacée, émergeant de la rosette basale, la tige, scapiforme, a un développement annuel et disparaît lors de la réduction saisonnière: rares sont les exemplaires examinés sur lesquels on peut distinguer des restes de tiges desséchées. Les bourgeons persistants ne se développent pas tous simultanément, de nombreuses rosettes demeurant "stériles". Le délai compris entre l'apparition d'une rosette et la naissance d'une scape nous est totalement inconnu. Cinq ou six tiges florifères par plante, semblent constituer un maximum, toutefois difficile à établir sur des spécimens, pour la plupart incomplets.

Circulaire, sa section n'excède guère 1 mm dans la subsp. *stenophylla*, la tige est plutôt anguleuse et plus forte, 1,5 à 2 mm de diamètre dans la sous-espèce type. Les exemplaires de la subsp. *stenocarpa* ont une position un peu intermédiaire, mais la plupart des tiges y sont rondes et peu épaisses, comme dans la subsp. *stenophylla*. Dans tous les cas, la tige est parcourue de très fines côtes longitudinales sur lesquelles sont disposées les glandes dont la base dilatée forme des sortes de contreforts dans l'axe de la côte.

Erigée, parfois légèrement arquée à la base, ou un peu flexueuse, la tige ne dépasse guère 8 à 12 cm sur les échantillons fructifiés. Le plus grand spécimen étudié, provenant du Kuh-e-Khabr, dépasse 25 cm, mais son cas est bien exceptionnel (*ARYAVAND, EDMONSON & MILLER 1450* (E) (fig. 19)). Modérément pubescente, mais souvent fort glanduleuse, la tige est d'une coloration vert-grisâtre à vert-jaunâtre pâle.

L'inflorescence

L'inflorescence est une grappe, en général pauciflore (5 à 12 fleurs), mais pouvant compter jusqu'à trente fleurs.

Le pédoncule

D'un diamètre comparable à celui de la tige, parfois un peu décurrent (surtout dans la subsp. *anchonioides*), le *pédoncule* s'élargit, sous le torus, en un plateau quadrangulaire aux coins relevés. Souvent très glanduleux, il est recouvert de poils dendritiques à branches allongées, et de longs poils bi- ou trifurqués, ceux-ci plus abondants au point d'insertion sur la tige et sous le torus. La longueur des pédoncules varie beaucoup, même sur les individus fructifiés; elle est du même ordre de grandeur dans l'ensemble de l'espèce: 2,5 à 6(-8) mm dans l'espèce type, 3 à 5, mais aussi 8,5 mm, dans la subsp. *stenophylla*.

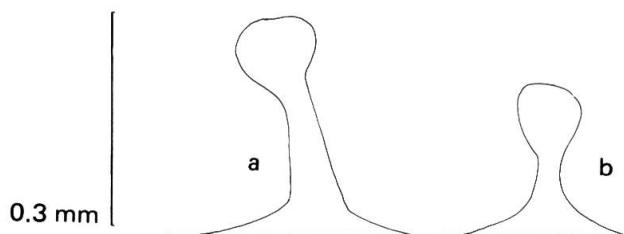


Fig. 5. — Représentation schématique des glandes de la *silique*, a) subsp. *anchonioides*, b) subsp. *stenophylla*.

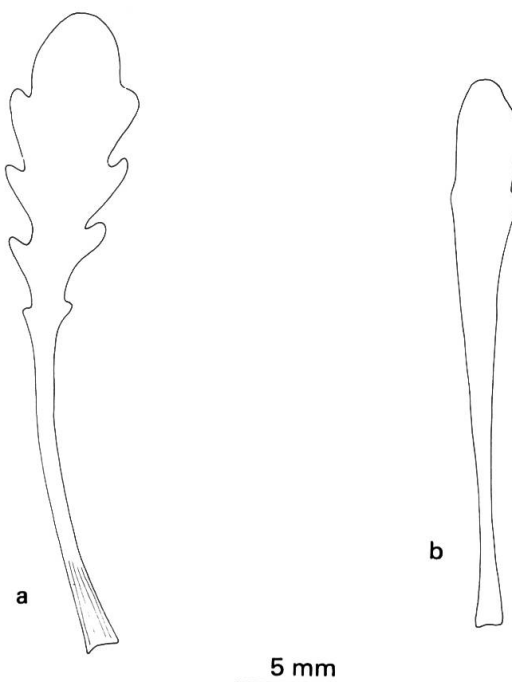


Fig. 6. — Formes foliaires. a) subsp. *stenocarpa* (Isotype, G), b) subsp. *anchonioides* (Type, G-BOIS).

Le calice (cf. fig. 7)

Longs de 4,5 à 5 mm pour une largeur maximale n'excédant guère 1 mm, les *sépales* sont homomorphes. Linéaires à linéaires-lancéolés, ovales au sommet, ils sont pourvus, près de l'apex, d'une petite bosse surmontée d'une touffe de longs poils, fourchus ou simples, dépassant la pointe. Leurs bords, incurvés vers l'intérieur en capuchon, ont une marge scarieuse qui s'élargit au sommet. La nervure principale, assez bien marquée, est souvent masquée par un indument de glandes et de poils dendritiques à long pédicelle. Dressés au moment de la floraison, les sépales sont étalés-ascendants ensuite. Devenant membraneux, ils semblent persister longtemps sur les exemplaires du Zardeh Kuh, et surtout sur ceux du Kuh-e Dinar, comme l'atteste leur présence sur des exemplaires aux fruits bien développés. Dans les autres localités, les sépales semblent caducs dès la fin de la floraison. Hormis sur les exemplaires du Zardeh Kuh et du Kuh-e-Dinar, dont quelques sépales ont une base purpurine, le calice ne présente pas de coloration particulière.

La corolle (cf. fig. 7)

De taille modeste, 6,5 à 7,5 mm, la corolle ne dépasse que peu le calice. Les pétales ont un limbe arrondi et entier, qui s'atténue graduellement en un onglet très étroit (moins de 1,5 mm à la base). La nervation consiste en un éventail, richement anastomosé, de vaisseaux divergeant de la nervure principale (fig. 8). Les cellules épidermiques, de forme générale parallélipédique, sont ridées transversalement.

Jaunes sur le vif, les pétales brunissent souvent à la dessiccation, quand ils ne prennent pas une coloration lie-de-vin. La subsp. *stenophylla* devrait pouvoir être distinguée à ses pétales roses: "Flores rosei nec flavi videntur" (BOISSIER, 1888: 46). Il est impossible d'en juger, tous les exemplaires examinés étant en fruits. Quant aux plantes du Tezerjan Kuh, elles ont, selon le texte de leur étiquette, des pétales jaunes lavés de pourpre au sommet. Mais celles du Kuh-e Khabr ont une corolle jaune. La coloration des pétales est d'ailleurs susceptible de changer au cours de la floraison chez certaines Crucifères (Polatschek, in litt.) et il convient donc d'utiliser ce critère avec circonspection.

Les nectaires

Le manque de matériel n'a pas permis un examen systématique des nectaires. HAYEK (1911: 235), repris par SCHULZ (1936: 581), mentionne la présence d'un petit nectaire en forme de bourrelet ("wulstige Honigdrüse"), de part et d'autre de la base des étamines courtes (i.e. étamines externes). Nous avons cru pouvoir distinguer deux bourrelets latéraux, longeant la base de ces étamines, se rejoignant sur le côté externe, et se prolongeant vers les étamines médianes, par deux excroissances latérales (voir fig. 9). Il est cependant hasardeux de généraliser à partir de quelques observations, et SNOGERUP (1967: 10), ou encore DVORŽAK (1967), ont mis en évidence la variabilité intraspécifique des nectaires.

Aucune indication n'a trait à une éventuelle fragrance de la plante.

Les étamines (cf. fig. 7)

La soudure des filets des étamines didynames est au nombre des caractéristiques du genre *Zerdana*. Étamines longues (6 mm) et courtes (5 mm), ont des anthères introrses, basifixes, de mêmes type et dimensions: ovoïdes-oblongues, à base arrondie, et connectif surmonté d'un appendice obtus. Les filets sont filiformes sur les étamines courtes, dilatés et soudés entre eux jusqu'aux 2/3 ou aux 4/5 de leur longueur sur les étamines longues.

Le pollen (fig. 10)

Les grains sont tricolpés, ovoïdes à subovoïdes, ou prolés à subprolés, selon la terminologie de ERDTMAN (1943: 45). Mais un certain nombre de grains sphériques à subsphériques ont été observés. Expression d'un dimorphisme ou conséquence d'un développement imparfait? La

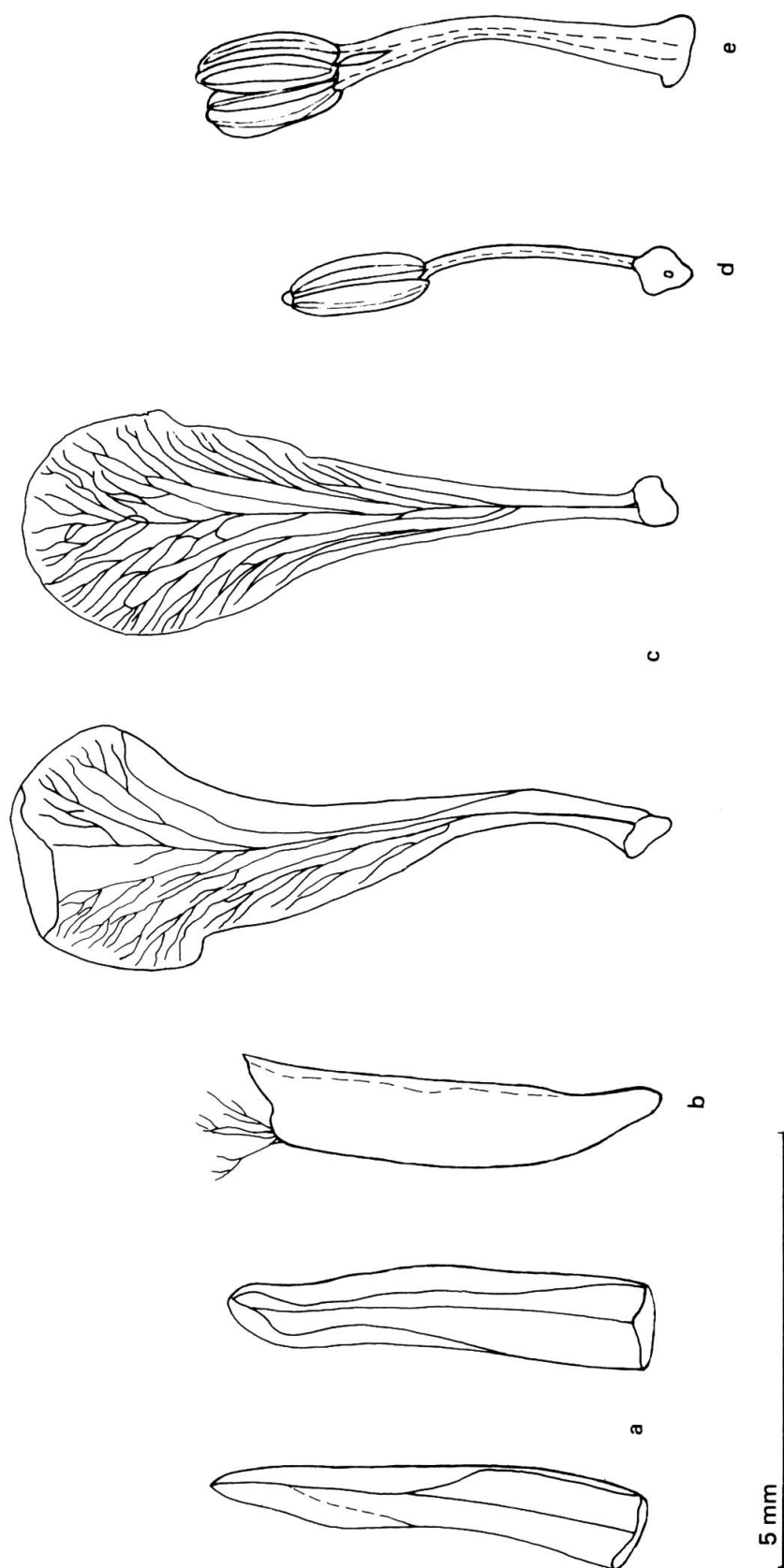


Fig. 7. — Pièces florales de *Z. anchonioides*: a) sépales; b) un sépale, de profil; c) pétales; d) étamine externe; e) étamine interne, didyname, à filets soudés.

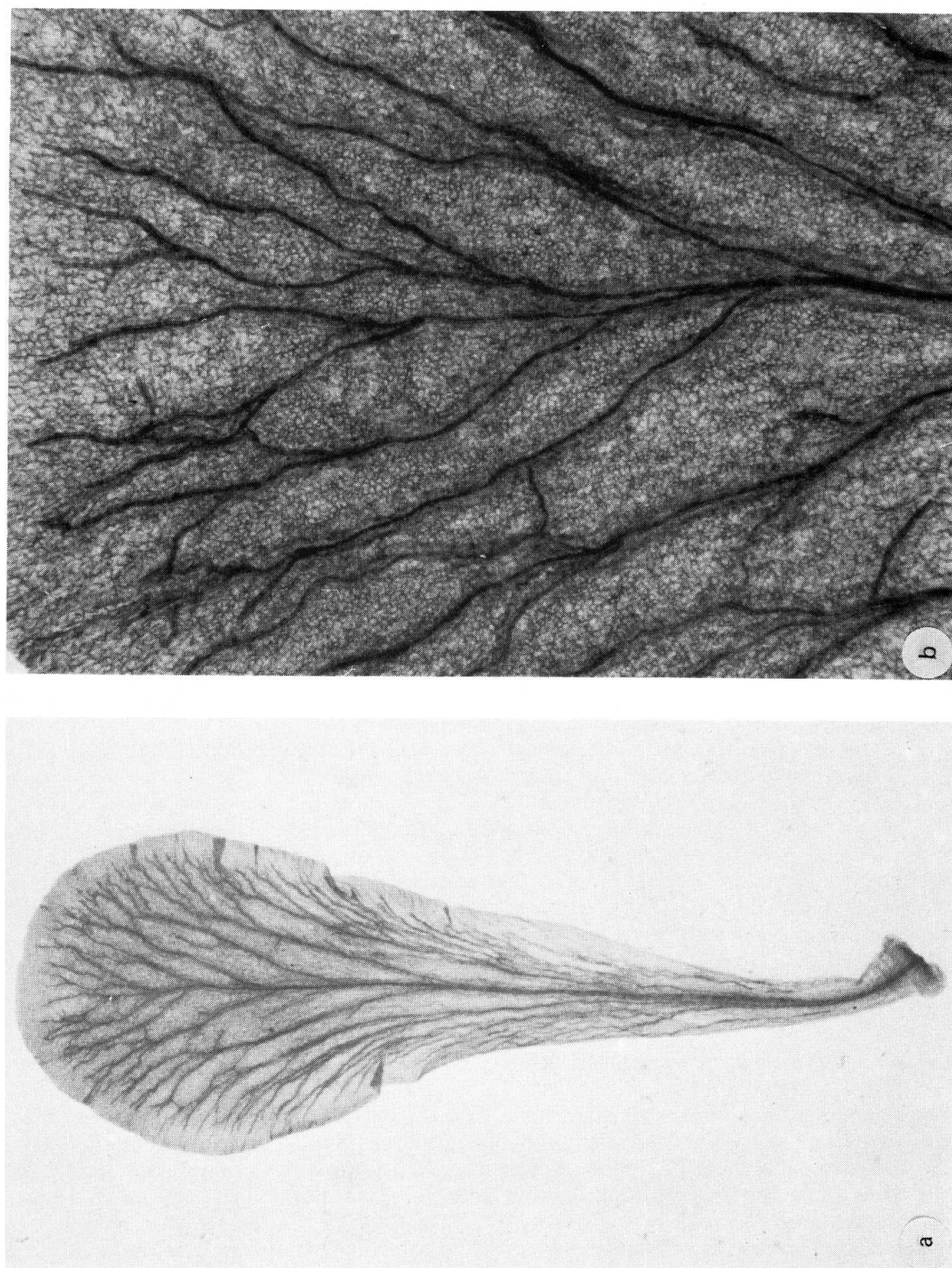


Fig. 8. — Pétale: a) vue générale; b) détail de la vascularisation terminale (subsp. *stenocarpa*, Assadi, Edmonson & Miller 1764, (G)).

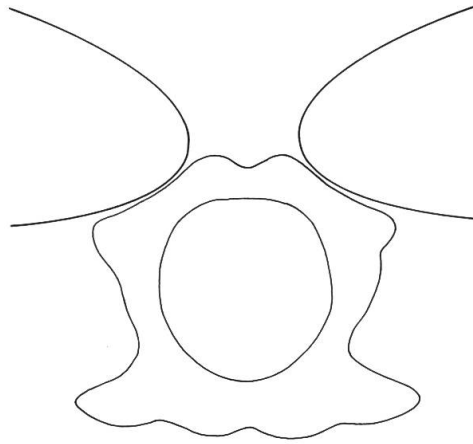


Fig. 9. — Nectaire: représentation schématique, en vue frontale. Le nectaire entoure la base des étamines médianes. (subsp. *stenocarpa*, Assadi, Edmonson & Miller 1964, (G)). De part et d'autre, sont indiquées les cicatrices d'insertion des étamines internes.

réponse, même par le recours à des techniques de coloration, n'est pas aisée. Les dimensions enregistrées, pour les grains ovoïdes, oscillent entre P: $37\ \mu$ / E: $26,5\ \mu$ et P: $31,5\ \mu$ / E: $25,5$.

L'exine est réticulée, les lumina, aux contours irréguliers, sont un plus grands dans le mésocolpium. Cette réticulation, classique chez les Crucifères, mais plus ou moins grossière selon les cas, est d'une finesse comparable à celle observée dans le genre *Sterigmostemum*, alors que le genre *Anchonium* se singularise par un pollen à lumina beaucoup plus grands.

L'ovaire

Au moment de la floraison, l'ovaire est oblong, brusquement contracté en un style allongé, coiffé d'un stigmate brièvement bilobé à papilles digitiformes. La présence d'albumen, dans les cellules du stigmates, a été relevée par HAYEK (loc. cit.). La surface de l'ovaire est entièrement couverte de glandes et de poils ramifiés. Observé dans quelques boutons floraux, l'état de développement de l'ovaire peut laisser subodorer une protogynie.

La silique (cf. aussi fig. 16 à 21)

La silique est allongée, à déhiscence valvaire descendante (certaines siliques s'ouvrent pourtant de bas en haut...). La variabilité affectant la forme et les proportions du fruit ne paraît pas totalement désordonnée et l'on peut y reconnaître deux tendances antagonistes:

- tendance "anchonioides": siliques "larges", ca. 2 mm, comprimées latéralement et plus larges à la base.
- tendance "stenocarpa": siliques "étroites", 1-1,3 mm, cylindriques.

La subsp. *stenophylla* occupe une position intermédiaire, avec des siliques d'un diamètre compris entre 1,3 et 1,5 mm.

En règle générale, la silique est arquée, étalée à ascendante, parfois dressée. Les nervures, médianes et les deux latérales, des valves sont plus marquées dans la subsp. *anchonioides*. Le réseau secondaire, très développé (fig. 11), n'est pas apparent. Le nombre des graines varie de 8 à 26, les ovules avortés n'étant pas rares. La constriction entre les loges apparaît beaucoup sur les siliques de type "cylindrique".

Le *septum* (fig. 12 et 13), très mince, est constitué de cellules allongées, perpendiculaires à l'axe de la silique, en principe du moins, car leur orientation n'est pas d'une constance stricte. Les cellules septales de la subsp. *stenophylla* se distinguent par une allure générale plus compacte, caractère corrélé à la forme des glandes de la silique.

Des cellules prosenchymatiques, disposés en lignes plus ou moins parallèles, et reliées entre elles par des anastomoses obliques, parcourent la région médiane du septum.

La graine (fig. 14)

Les *graines* sont oblongues (1,5-2-2,5 mm), comprimées latéralement (section elliptique). La surface tégumentaire externe est presque lisse, les cellules de la testa dessinant un réseau peu saillant de mailles étirées, polygonales à quadrangulaires, d'une conformation dite scalariforme (MURLEY, 1951: 69), analogue à celle observée dans les deux genres voisins (i.e. *Anchonium* et *Sterigmostemum*). De couleur brun-marron, les graines sont unisériées et portées par un funicule filiforme, non adhérent. L'embryon est *notorrhize*, les cotylédons incombants. Les graines semblent plus allongées (2,5 mm) dans la subsp. *anchonioides*, mais quelques valeurs comparables ont été relevées dans les autres sous-espèces.

Floraison, biologie florale et fructification

La majorité des spécimens ont été récoltés en fin de floraison, sinon après. On peut estimer que celle-ci s'étale de mai à juin, au sud (Kuh-e Khabr), et entre fin juin et août, voire début septembre, au nord (Zardeh Kuh). La présence de siliques ouvertes sur la plupart des exsiccata, même compte tenu des artefacts consécutifs à la dessiccation, suggère une maturation rapide des graines.

Conditions de vie

Les représentants connus du genre *Zerdana* sont tous des orophytes saxicoles de haute altitude, chasmophytes ou habitant des éboulis.

Les exemplaires du Kuh-e Khabr ont été récoltés sur des débris granitiques, ceux du Tezerjan Kuh, dans des éboulis et des versants rocheux calcaires, le massif du Shir Kuh, dont fait partie le Tezerjan, étant constitué, selon GRUNERT (1978: 161), par des calcaires compacts et des dolomies du Crétacé, reposant sur un socle granitique. AUCHER-ELOY (1843), décrit le Zardeh Kuh comme une montagne calcaire, tandis que PREU (1978: 151), précise que son ossature est formée essentiellement de calcaires mésozoïques. Les autres récoltes — Kuh Nur et Kuh-e Dinar — ne comportent aucune indication sur la nature du substrat. Mais il est probable, à la lecture des descriptions géologiques du Zagros, qu'il s'agisse également de calcaire.

Coutumières des hautes altitudes — toutes les localités sont situées entre 3000 et 4100 m — nos plantes sont soumises à des conditions climatiques des plus rigoureuses, d'une sévérité encore accentuée par les effets de crête, pour celles qui sont implantées en zone culminale. Si les précisions manquent quant au climat des stations concernées, on peut en deviner les grandes lignes, alliant les caractéristiques d'un climat de montagne, à celles d'un climat de type continental semi-aride: hiver extrêmement rigoureux, été torride, écart thermique journalier important, apport hydrique utilisable minime et limité dans le temps. Il est certes hasardeux d'extrapoler à partir de données recueillies dans des stations météorologiques de basse altitude, comme le fait justement remarquer KUHLE (1976: 27); mais c'est bien souvent le seul recours possible. Nous nous référons donc aux indications de PREU (op. cit.: 151-152), pour le Zardeh Kuh, et de GRUNERT (op. cit.: 161-162), pour le Tezerjan Kuh.

Le climat du Zardeh Kuh, rappelons que le massif culmine à plus de 4500 m, peut être qualifié de semi-aride, estime Preu, malgré des précipitations hivernales excédant 1000 mm, en raison d'une période juin — octobre presque sans pluie, et très chaude, avec des températures maximales voisines de 30°C. Le début de l'automne coïncide quasiment avec l'apparition des gelées nocturnes, qui surviennent dès la mi-août dans les régions sommitales, tandis qu'octobre marque le début des pluies, dont la somme annuelle, enregistrée à 2300 m, s'élève à 1010 mm. Les températures hivernales atteignent des minima de — 20 ° C en janvier, mois durant lequel on enregistre les plus fortes précipitations, plus de 3 m de neige à 2300 m. La fonte des neiges débute en avril, mois marqué par un maximum secondaire de précipitations, lesquelles cessent en mai. PREU (op. cit.: 152) résume ainsi le régime des précipitations:

- Sécheresse estivale durant 4-5 mois (VI — IX/X)
- Hiver humide durant 7-8 mois (X/XI — V).

Plus de trois mois durant (décembre, janvier et février), ces précipitations tombent sous forme neigeuse, durant deux à trois mois, en neige ou en pluie, puis deux mois sous forme de pluie. Ainsi,

comme l'estime KUHLE (1976: 33), pour la région du Kuh-i-Jupar, au S. de Kerman, la *neige* constitue la majeure partie des précipitations, ce qui n'est pas le moindre des paradoxes en zone subtropicale. Dans son récit de l'ascension du Zardeh Kuh, le 7 août 1835, AUCHER-ELOY (op. cit.: 276-280), souligne l'abondance de la neige qui recouvre la cime du massif.

L'alternance se présente de façon semblable dans le massif du Shir Kuh, patrie de l'une des récoltes de la subsp. *stenocarpa*. Mais les précipitations — estimées à 350-400 mm par an — y sont, selon GRUNERT (op. cit.: 161), *cinq fois plus faibles* qu'au Zardeh Kuh (1500 mm). Elles surviennent durant la "saison des pluies" hivernales et, sous forme neigeuse, au-dessus de 2500, couvrant le sol d'un tapis continu, dont l'épaisseur atteint le mètre à des altitudes supérieures à 3500 m. La fonte des neiges débute déjà en avril, activée par des pluies à caractère orageux, cessant à fin mai. Dès lors, commence une période d'ensoleillement, ininterrompue de juin à octobre.

Il n'est peut-être pas sans intérêt de souligner, en complément, que Kerman, ville située à 1749 m d'altitude, connaît des températures minimales inférieures à -20°C , et que des observations portant sur une période de 22 ans (KUHLE, op. cit.: 33), font ressortir que seuls les mois de mai à août y sont dépourvus de jours de de gel.

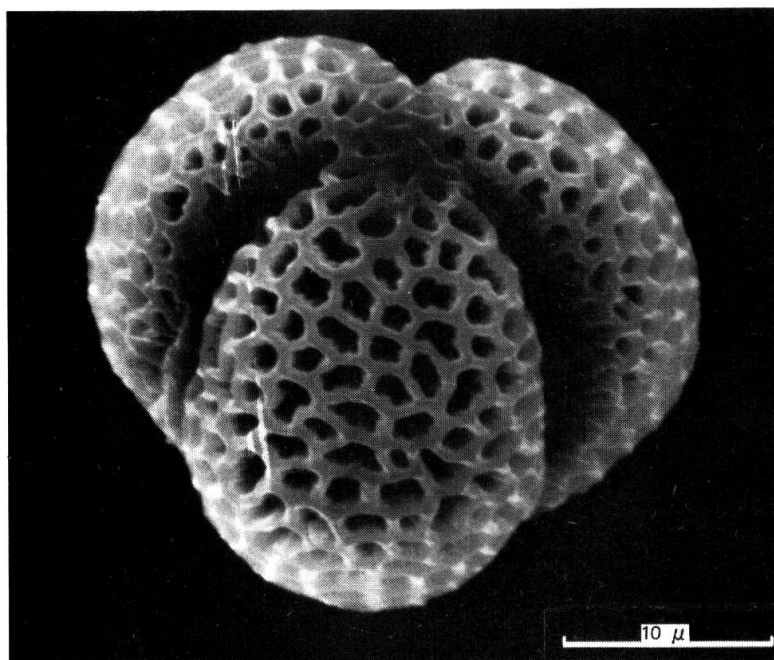


Fig. 10. — Pollen, vue subpolaire.

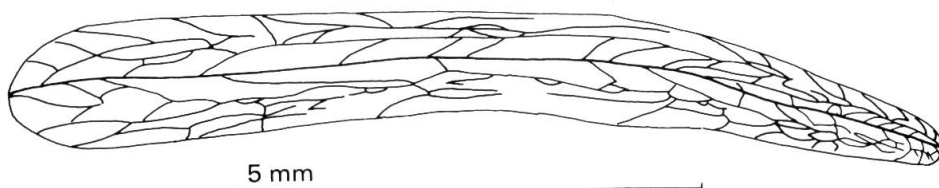


Fig. 11. — Nervation valvaire (après prélèvement de l'épiderme) (subsp. *stenocarpa*, Assadi, Edmonson & Miller 1764, (G)).

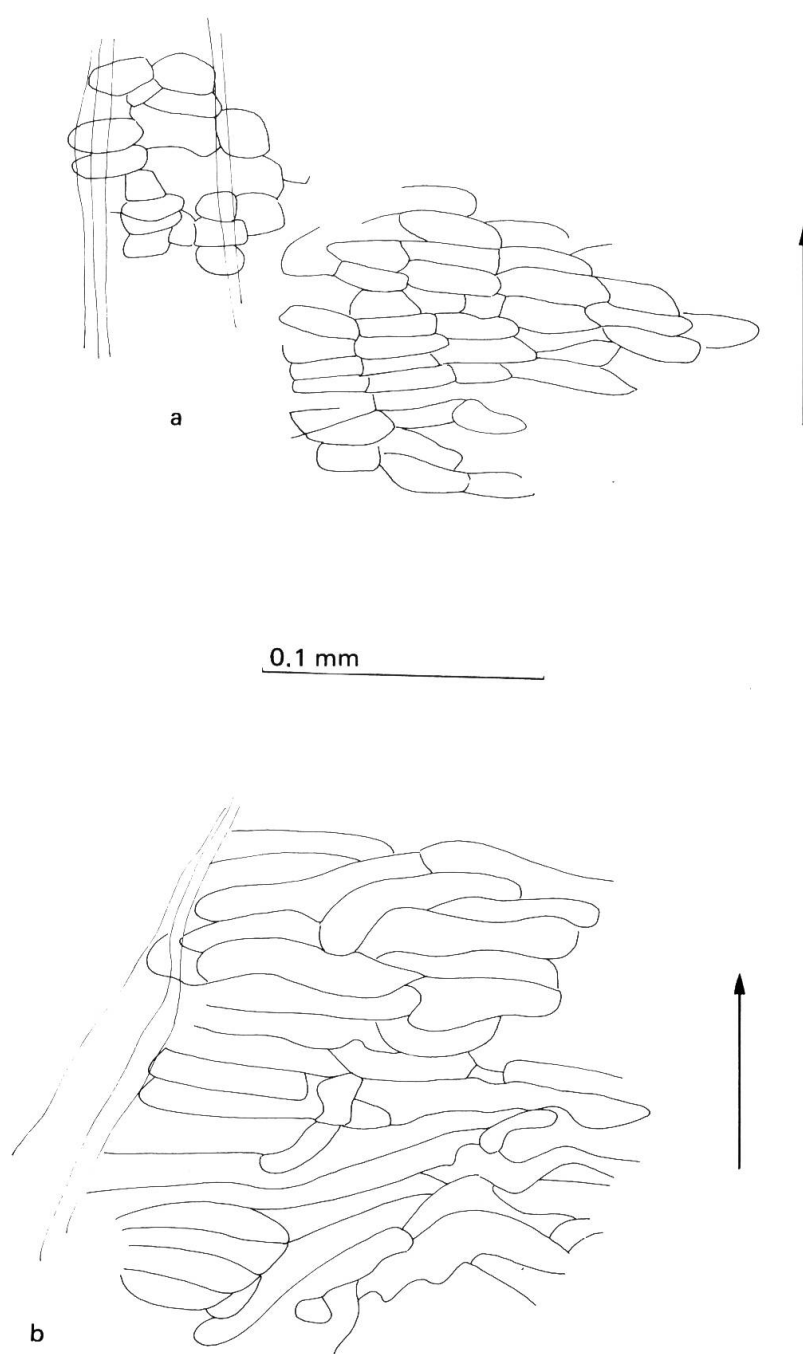


Fig. 12. — Cellules des dissépiments, allure générale: a) subsp. *stenophylla*; b) subsp. *anchonioides*. Les dimensions des cellules peuvent varier d'une silique à l'autre, mais leurs proportions demeurent constantes à l'intérieur des différentes sous-espèces.

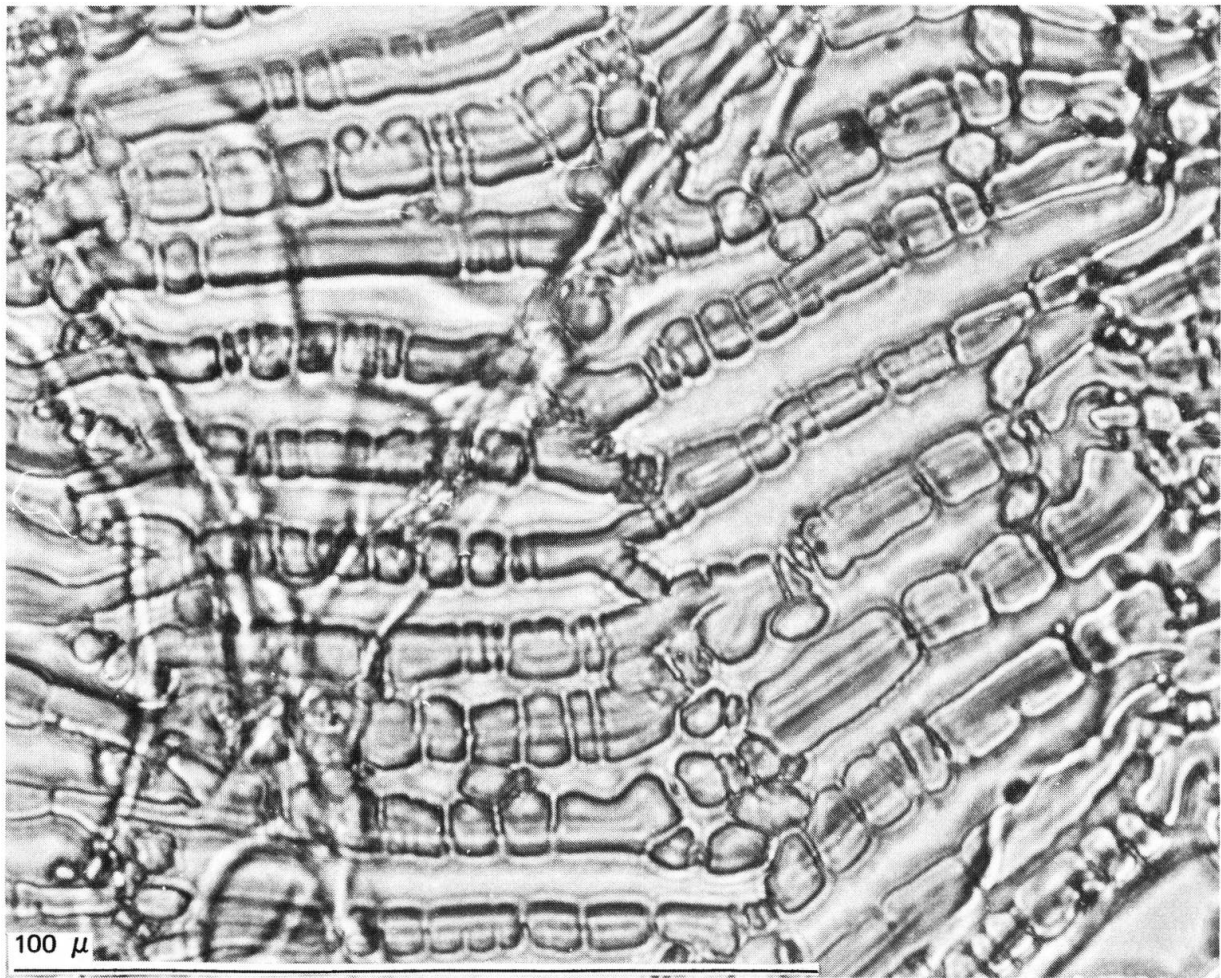


Fig. 13. — Détail des cellules des dissépiements (subsp. *anchonioides*, Kotschy 758, (G)).

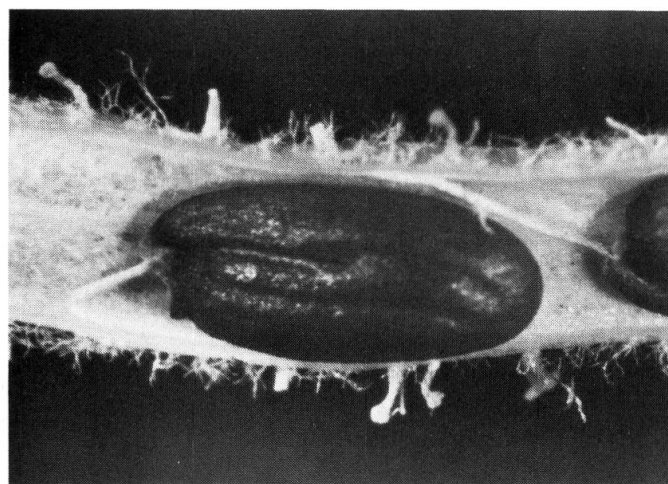


Fig. 14. — Graine, avec le funicule filiforme et allongé caractéristique du genre *Zerdana* (subsp. *anchonioides*, Kotschy 758, (G)).

Cet aperçu sommaire sur les conditions de vie dans certaines des localités abritant *Zerdana anchonioides*, permet d'imaginer que les particularités climatiques des stations, accentuant l'effet de leur isolement géographique, ont pu jouer un rôle dans la diversité des expressions phénotypiques.

Répartition (fig. 15)

La sous-espèce *anchonioides* est localisée dans les montagnes de l'axe principal du Zagros. La subsp. *stenocarpa* a été découverte dans les montagnes du plateau central, qui d'un point de vue purement orographique, prolongent le Zagros vers le SE, à l'E de la grande dépression de Gavkhuni-Sirjan. On peut se perdre en conjectures sur la localisation exacte de la récolte originale de subsp. *stenophylla*: la majorité des étiquettes portent la mention "Kuh Nur" et l'altitude indiquée est de 12.000'. Compte tenu d'une éventuelle erreur d'estimation, cette altitude convertie en mètres, est tout de même supérieure aux 3463 m du "Kuh Nur" le plus élevé susceptible d'avoir été visité par Haussknecht, situé dans la province de Bakhtiari [coord. 30°50'N — 50°50'E], connu aussi sous le nom de "Kuh-i Nil". Mais cet argument n'est pas décisif, car en définitive, une erreur de mesure de cet ordre peut se concevoir, eus égards aux moyens et documents cartographiques de l'époque. Fait plus troublant, un exsiccatum, déposé dans l'herbier Haussknecht (JE), porte la double mention: "In lapidosus Kuh Nur. In cacum. Kellal". Or, le Kuh-e Kellal [= Kuh-e-Kalar = Kuh-e Kukalar], est un massif plus interne, culminant à près de 4300 m, situé à bonne distance du Kuh Nur, mais dont l'altitude correspond mieux aux indications de Haussknecht. L'absence d'un itinéraire détaillé — les indications données à Kiepert (HAUSSKNECHT, 1882), ne sont, et de loin, pas assez précises — ne permettra pas de trancher le dilemme de manière définitive, à moins qu'on ne découvre des indices sur d'autres exsiccata. Mais le cas paraît bien désespéré. Ainsi, les exsiccata d'*Hesperis multicaulis* Boiss., récoltés également par Haussknecht au Kuh Nur, n'ont livré aucun élément à ce sujet. Nous avons donc pris le parti de figurer le Kuh-e Kellal sur la carte de la fig. 15, car rien ne permet de l'écarter des localités visitées par Haussknecht durant l'année 1868. N'écrit-il pas lui-même (HAUSSKNECHT, 1882: 347), à propos de l'année 1868: "... begab ich mich "... nach Behbehân, von wo aus der Sommer in den Hochgebirgen von Luristan zugebracht wurde. Zahlreiche Zickzackzüge und Besteigungen der höchsten Gebirge ermöglichten mir eine genauere Aufnahme des so ausserordentlich interessanten Terrains...“?

La distribution du genre sera peut-être étoffée par la découverte de nouvelles localités, mais il y a tout lieu de penser que les stations connues reflètent la réalité de son aire. *Zerdana* est donc endémique du Zagros central et méridional, ainsi que des montagnes du plateau central iranien. RECHINGER (op. div. et in litt.), ZOHARY (1963: 69 et sqq.; 1971: 49), WENDELBO (1971: 39), HEDGE & WENDELBO (1978), ont mis en évidence, de diverses manières, l'endémisme très prononcé qui caractérise la flore de ces régions, rattachée au grand domaine irano-turanien. Pour ZOHARY (1971: 49), un aspect frappant de cet endémisme irano-turanien, est son caractère ponctuel "steno-endemism or point-endemism". Ce type d'endémisme, que l'on pourrait, de prime abord attribuer à une formation récente des taxa incriminés, est plutôt lié, selon ZOHARY (loc. cit.), à l'absence de zones d'expansion libres de concurrence. Est-ce le cas pour *Zerdana*, dont la distribution présente ce caractère ponctuel? Nous y reviendrons dans la partie générale. Par ailleurs, il est intéressant de relever que la flore du Zagros iranien comprend quatre genres de Crucifères endémiques, à savoir *Acanthocardamum* Thell. (Lepidieae), *Micrantha* Dvořák (Hesperideae), *Straussiella* Hausskn. (Alysseae) et *Zerdana* Boiss. (Hesperideae), sans compter le cas de *Heldreichia longifolia* Boiss. (Lepidieae).

Systématique

Remarque

Les exemplaires examinés proviennent des herbiers cités ci-dessous, selon HOLMGREN & al. (1981):

B, E, G, G-BOIS, JE, P, W.

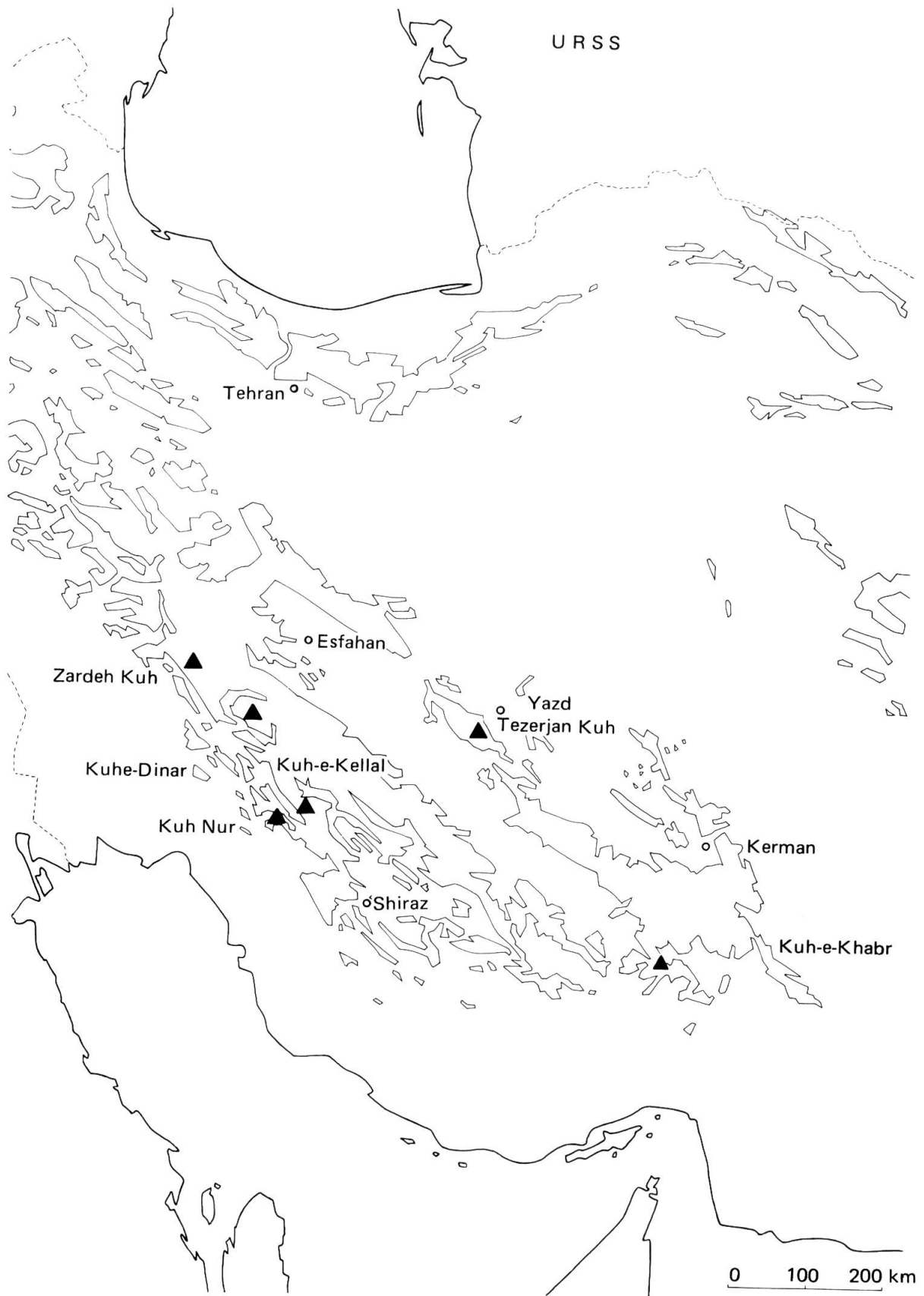


Fig. 15. — Distribution de *Z. anchonioides*. Le relief est suggéré par l'isohypse 2000 m.

Nous remercions les directeurs et les responsables de ces herbiers de nous avoir permis l'examen des exsiccata de leurs collections. Les divisions administratives sont citées d'après le "Times Atlas of the World", édition de 1968.

Clé analytique de *Zerdana anchonioides* Boiss.

1. Caulis angulosus, siliquae lateraliter compressae, glandulis longe stipitatis valde obsitae. Folia obovata, integra, raro leviter sinuata **1. *Z. anchonioides* s.str.**
- 1a. Caulis rotundus, siliquae cylindraceae vel leviter compressae, glandulosae vel sparse glandulosae, glandulis longi- vel brevistipitatis **2**
2. Folia linearia vel lanceolata, raro obtuse dentata, 2-2,5 mm lata, dense pilosa, involuta. Siliquae plerumque cylindraceae, sparse glandulosae, glandulis breviter stipitatis (pedicello quam diametrum caputis breviori vel eodem aequanti) .. **2. subsp. *stenophylla***
- 2a. Folia 2-5 mm. Siliquae cylindraceae, plus minusve glandulosae, glandulis longistipitatis (pedicello diametrum caputis superanti) **3. subsp. *stenocarpa***

Zerdana Boiss., Ann. Sci. Nat. ser. 2, 17: 84. Jan. 1842.

Holotypus: *Zerdana anchonioides* Boiss., Ann. Sci. Nat. ser. 2, 17: 84. 1842.

Plantae perennes. *Caudex* lignosus, ramosus. *Rami caudicis* numerosi, superiores arcte constricti et apice reliquiis rosularum emortuarum obtecti. *Surculi* brevissimi e caudice orientes, caules scapiformes edentes. *Indumentum* e pilis ramosis vel fasciculatis, raro furcatis aut simplicibus, glandulis stipitatis intermixtum. *Folia* omnia basalia, rosulata, petiolo basi ciliato, linearia, lanceolata vel oblonga, integra, interdum sinuata, pinnatiloba vel pinnatifida, obtusa, utrinque pubescentia vel subvillosa, glandulosa. *Caulis* scapiformis, angulosus, vel rotundatus, sparse vel dense glandulosus, laxe pubescens. *Flores* in racemo, plerumque paucifloro. *Pedunculus* superne leviter incrassatus et apice quadrangulatus. *Calyx* erectus, interdum persistens. *Sepala* aequalia, basi non saccata, cucullata, margine scariosa, externe glandulosa ac pilis ramosis oblecta, apice pilis nonnullis longissimis furcatis, vel simplicibus obsitis. *Petala* longe unguiculata, aurea vel purpurea, lamina ovata integra. *Stamina* interiora filamentis ultra medium inter se connata. *Antherae* introrsae, lineare-oblongae, connectivo superne mucronato. *Grana* pollinis tricolpata, ovoidea, raro spherioidea, reticulata. *Ovarium* cylindraceum, glandulis stipitatis et pilis ramosis dense hispidum, in stylo contracto. *Stylus* elongatus, filiformis, ovarium aequans. *Stigma* breviter bilobum, lobis papillis digitiformis superne obtectis. *Siliqua* dehiscens, linearis, subcompressa vel cylindracea, leviter arcuata, stylo elongato attenuata, erecta vel patens, pilis ramosis elongatis glandulisque stipitatis vestita. *Valvae* plus minusve distincte inter loculos constrictae, longitudinaliter nervosae, nervo medio prominente. *Septum* tenue, cellulis transverse dispositis, aliquis pseudonervis longitudinalibus percursum. *Semina* oblonga vel suboblonga, lateraliter subcompressa, uniseriata, emarginata, funiculis filiformibus liberisque. *Testa* scalariformis. *Cotyledones* incumbentes. *Embryo* notorrhizus.

Ab *Anchonio* DC. seminibus funiculis filiformibus liberis ac siliqua dehiscente et elongata differt. A *Sterigmostemonis* M. Bieb. generis plerisque speciebus funiculis et habitu. Duobus generibus tamen pilis ac glandulis sicut, pro minima parte, patriâ, affinis est.

Aire

Zagros méridional et partie méridionale de l'Iran central. Endémique à affinités irano-touraniennes.

1. *Zerdana anchonioides* Boiss. subsp. *anchonioides*

- ≡ *Z. anchonioides* Boiss., Ann. Sci. Nat. ser. 2, 17: 84. Jan. 1842. **Typus:** "N. 91 in monte Zerde Persiae.". **Lectotypus:** *Persia* / Aucher-Eloy-Herbier d'Orient N° 91 (G-BOIS). (fig. 16), (cf. JACQUEMOUD, 1984a: 305). **Iso:** (P).

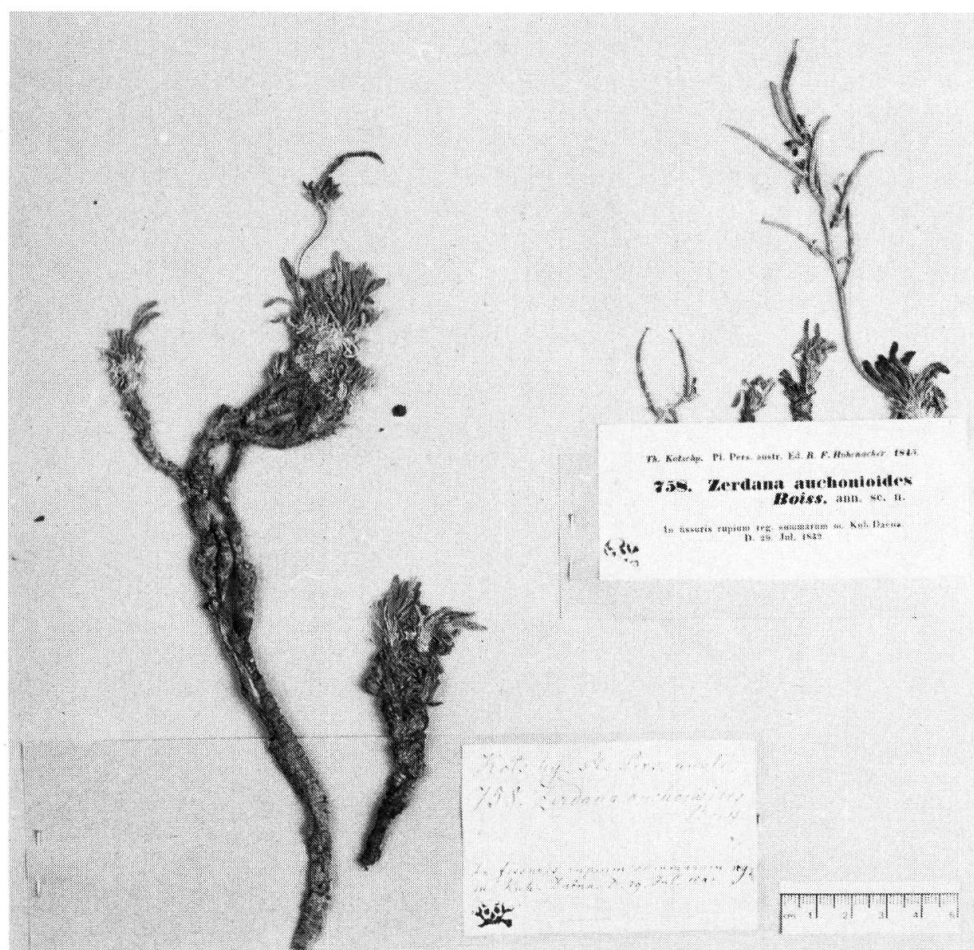


Fig. 16. — *Zerdana anchonioides* subsp. *anchonioides*: exemplaires originaux déposés dans l'herbier Boissier (G-BOIS). Le lectotype est le spécimen de droite.

Fig. 17. — *Zerdana anchonioides* subsp. *anchonioides*: exemplaires provenant du Kuh-e-Dinar. Remarquer les dimensions de la souche et de la racine sur le spécimen de gauche.

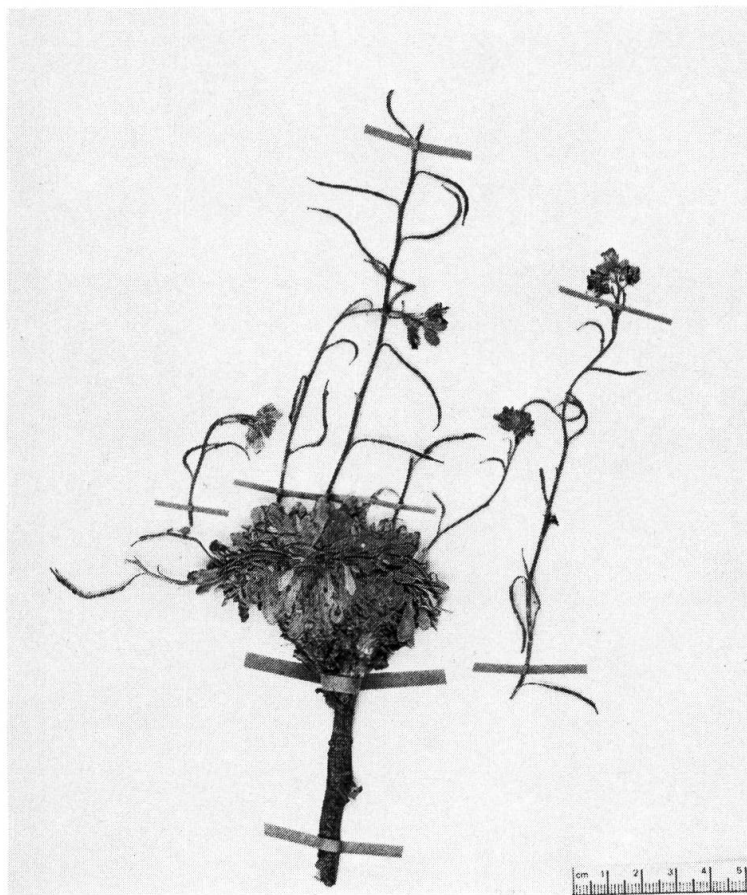
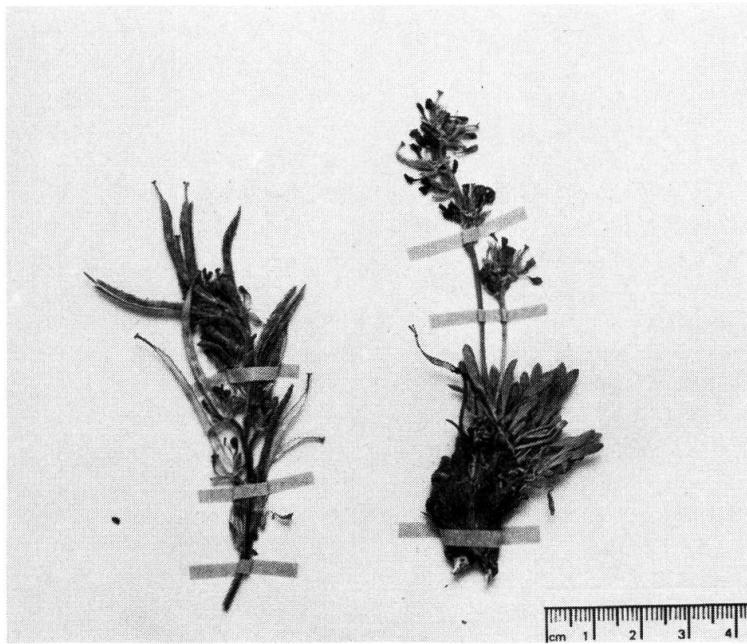


Fig. 18. — *Zerdana anchonioides* subsp. *anchonioides*: deux autres exemplaires provenant du Kuh-e-Dinar (*Remaudière 5847 E (W)*). La silique comprimée latéralement et légèrement élargie à la base, caractéristique de la sous-espèce *anchonioides* est bien visible sur ce document.

Fig. 19. — Un exemplaire de la subsp. *stenocarpa* remarquable par sa taille exceptionnelle: la tige dépasse 25 cm de hauteur (*Tezerjan Kuh, Aryavand, Edmonson & Miller 1450 (E)*).

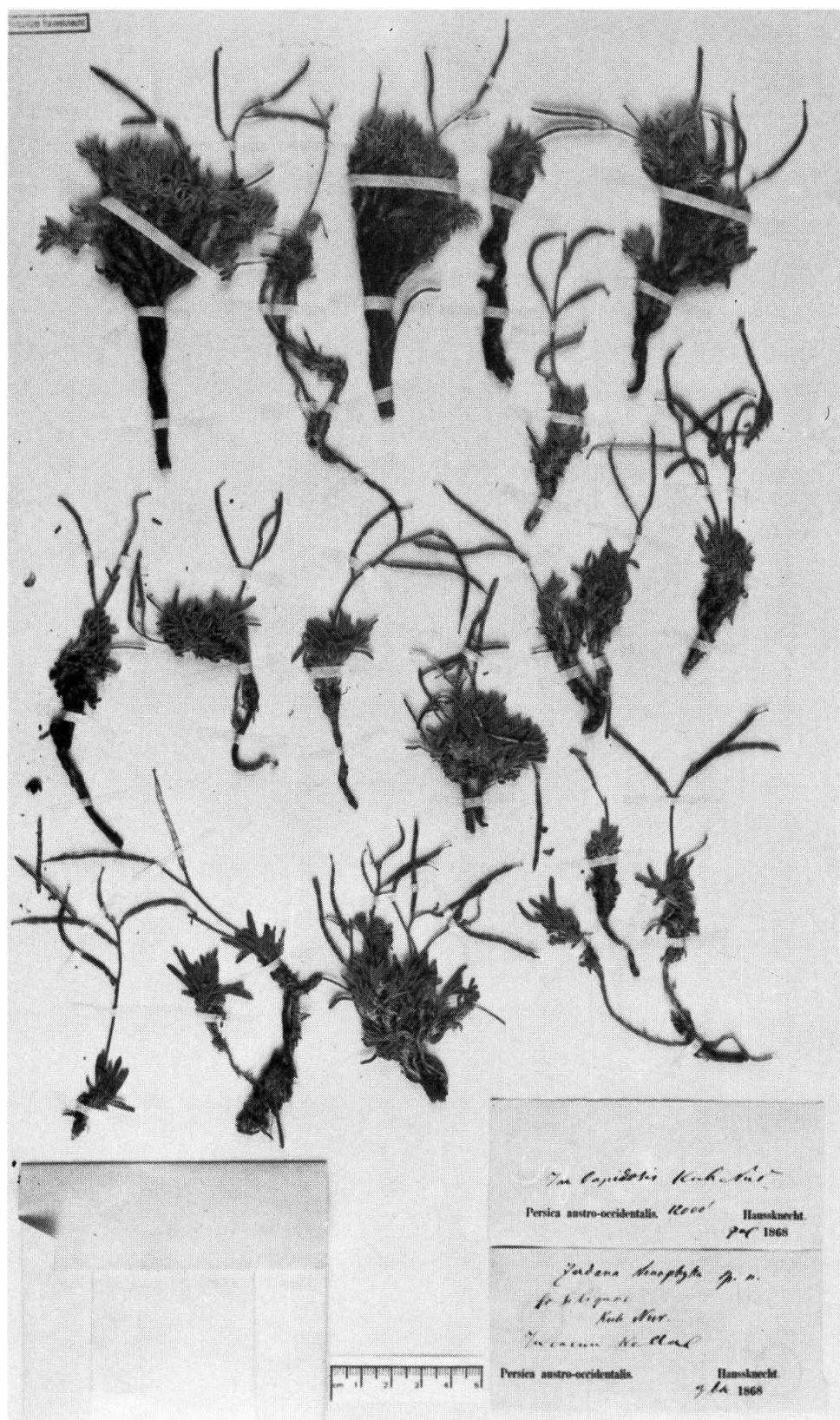


Fig. 20 - Récolte originale de la subsp. *stenophylla*, planche de l'Herbarium Haussknecht (JE). Le *lectotype* est le premier spécimen de la rangée supérieure. Relever la mention "In cacum Kellal", sur l'étiquette inférieure (voir texte).

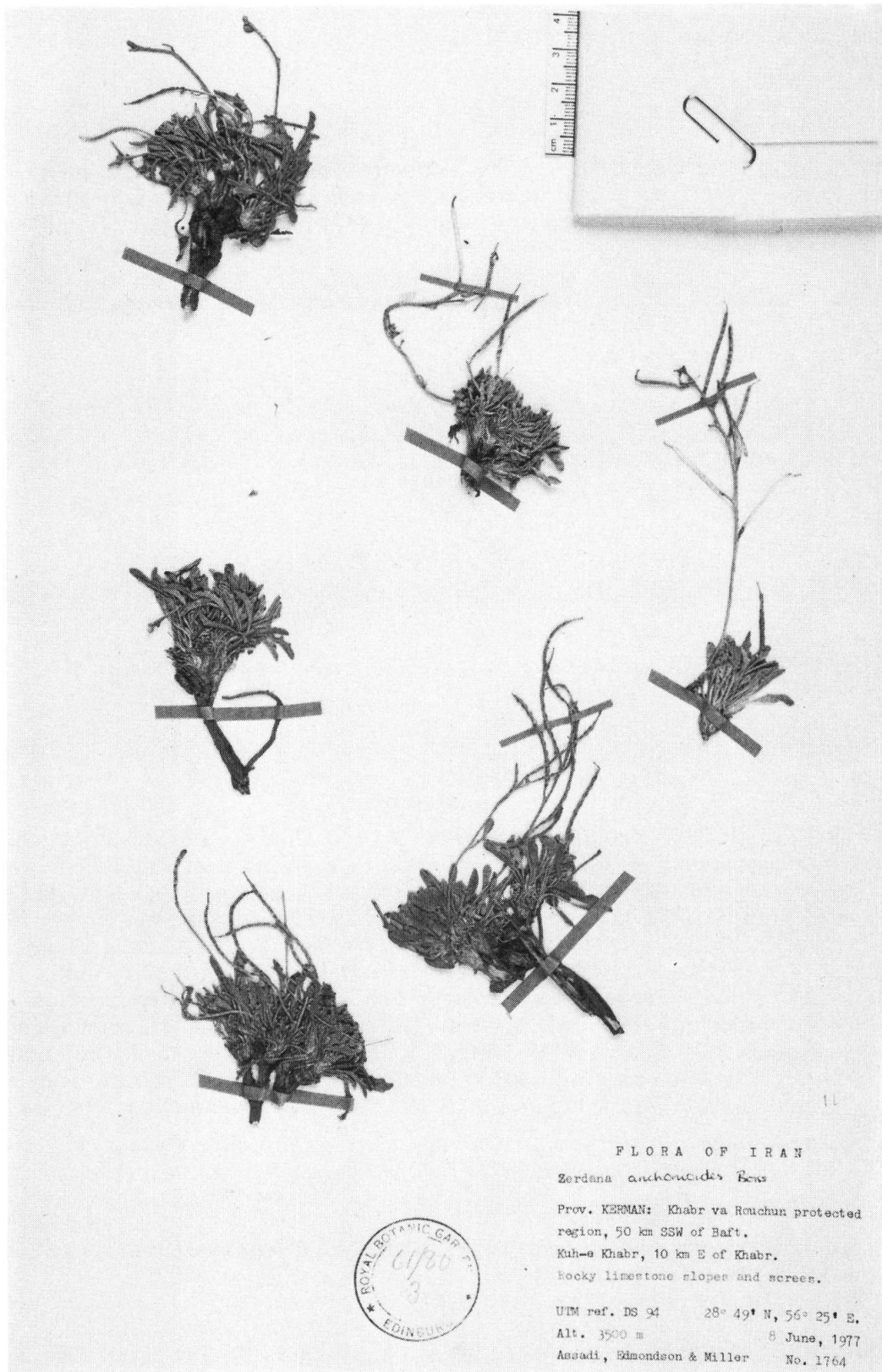


Fig. 21. — Récolte originale de la subsp. *stenocarpa* (E). L'holotype est le spécimen de droite au bas de la planche. Comparer la forme des siliques avec celles de la fig. 18.

Plantanana (8-15 cm). *Caulis* angulosus. *Sepala* membracea, persistentia. *Siliquae* lateraliter compressae, valvis distincte carinatis, interdum membranaceis ac flavidis, arcuatis. *Glandulae siliquarum* pedicellis elongatis. *Folia* usque ad 5 mm lata, lanceolato-oblonga, integra, raro obsolete sinuata.

Habitat

Orophyte saxicole de haute altitude. Dans les fissures de rochers, dans les rocailles des zones culminales; également dans des éboulis; entre 3000 et 4100 m (l'altitude de la récolte d'Aucher n'est pas connue, le sommet du Zardeh Kuh culmine à 4571 m). Fl.: mai-juin (év. juillet-août).

Répartition

Endémique du Zagros iranien: Zardeh Kuh (i.e. Mons Zerde apud Boissier), Kuh-i Dinar (= Kuh-Daëna).

Specimina visa

PERSIA: Prov. **Bakhtiari:** "In monte Zerde", s.d.[7.8.1835], *Aucher-Eloy 91* (G-BOIS (fig. 17), P). Prov. **Fars:** "Kuh-e-Dinar / FARS", 23. 6. 1975, *Bauer & Safaian VO 1610*(E); "In fissuris rupium reg. summarium m. Kuh-Daëna.", 29. 7. 1842, *Kotschy 758* (G, G-BOIS, P, W); "FARS: Kuh Daena, 4100 m.", sept. 1955, *Remaudière 5847 E* (W) (fig. 18).

Icones

HAYEK, 1911. *Entwurf eines Cruciferen-Systems*. Tafel IX, Fig. 56 a.

HEDGE & RECHINGER, 1968. *Fl. Iranica. Cruciferae*. Tab. 31, fig.1. et clav. p. 27.

Carte

HEDGE & WENDELBO, 1978. *Patterns of distribution and endemism in Iran*. Fig. 6. p. 449.

2. *Zerdana anchonioides* Boiss. subsp. *stenophylla* (Boiss. & Hausskn.) Jacquemoud, **stat. nov.**

≡ *Zerdana anchonioides* Boiss. β *stenophylla* Boiss. & Hausskn. in Boiss., *Fl. Orient. Supplementum*: 46. 1888. **Typus:** "Hab. in lapidosis cacuminis montis Kuh Nur Persiae occidentalis 12000' (Hausskn.!)". **Lectotypus:** sched. a) *In lapidosis Kuh Nur* / Persica austro-occidentalis. 12000' Haussknecht. / Jul 1868. sched. b) *Zerdana stenophylla* sp. nov. / fr. siliquos. / Kuh Nur. / In cacum. Kellal Persica austro-occidentalis. Haussknecht. / 7 bre [?] 1868. Lectotypus est specimen primum in angulo superiore sinistro phyllae dispositum. (JE) (Fig. 20). **Iso:** (G-BOIS, P, W). Obs.: La planche conservée dans l'herbier Boissier (G-BOIS), comporte une capsule sur laquelle figure l'annotation suivante: *Zerdana / sp. nova / diffère de la Z. anchonioides par les siliques plus longues / et plus étroites, les graines plus petites. / Pers. Haussknecht / 1868* [m. Reuter(?)]

A subspeciebus *anchonioidi* et *stenocarpa* foliis griseo-viridis, angustissimis involutisque et siliquis glandulis breviter stipitatis valde differt. Flores, purpurei dicuntur, non vidimus.

Habitat et distribution

Fissures de rochers; zone culminale du Kuh-e Kukalar (Zagros iranien). Endémique. Fl.: juillet (une seule indication).

Specimina visa

PERSIA: Prov. **Bakhtiari:** "In cacum Kuh Nur. / Luristan / dieb. Jul.", Jul. 1868, *Haussknecht s.n.* (B); "In lapidosis cacum. m. Kuh Nur / fl. ros. / Persica austro-occidentalis." et "In lapidos. K. Nur. / flor. ros. / 12000 '"", 1868, *Haussknecht s.n.* (G-BOIS); "Persica austro-occidentalis. / Kuh Nur. In cacum. Kellal.", sept. 1868, *Haussknecht s.n.* et "In lapidosis Kuh Nur / Persica austro-occidentalis", jul. 1868, *Haussknecht s.n.* (JE); "in cacum. Kuh Nur. / Luristan. / dieb. Jul.", Jul. 1868, *Haussknecht s.n.* (P); "Kuh Nur", 1868, *Haussknecht s.n.* (W).

3. *Zerdana anchonioides* Boiss. subsp. *stenocarpa* Jacquemoud, subsp. nov.

Zerdana, siliquis cylindraceutis angustisque. A subsp. *anchonioides* foliis sinuatis vel pinnatifidis, siliquis distincte angustioribus et glandulis tenue stipitatis differt. A subsp. *stenophylla* foliis latioribus nec involutis et siliquis glandulis longe pedicellatis distinguitur. Habitat in Persiae provincia Caramaniae, in declivitatibus saxosis et glareosis calcareis montis *Kuh-e Khabr*.

Holotypus: "Prov. KERMAN: Khabr va Rochun protected region, 50 km SSW of Baft. Khuh e Khabr. Rocky limestone slopes and screes. UTM ref. DS 94 24° 49' N, 56° 25' E. Alt. 3500 m.", 8.6.1977, *Assadi, Edmonson & Miller 1764* (E) (Fig. 21). Holotypus est specimen in parte dextra inferiora phyllae dispositum. **Iso.:** (G).

Habitat

Haute-montagne: pentes rocailleuses, falaises, éboulis. Fl.: mai-juin.

Distribution

Iran: montagnes élevées du plateau central: Tezerjan Kuh (Massif du Shir Kuh), Kuh-e-Khabr. Endémique.

Specimina visa

PERSIA: Prov. **Yazd:** "Prov. YAZD: Tezerjan Kuh, S.E. of Shir Kuh. Stony slopes of granite detritus. Petals yellow, purple-tipped. Alt. 3500 m 31° 35' N, 54° 08' E.", 26.5.1977, *Aryavand, Edmonson & Miller 1450* (E) (fig. 19). Prov. **Kerman:** "Prov. KERMAN: Khabr va Rouchun protected region, 50 km SSW of Baft. Kuh-e Khabr, 10 km E of Khabr. Rocky limestone slopes and screes. UTM ref. DS 94 28° 49' N, 56° 25' E. Alt. 3500 m.", 8. 6. 1977, *Assadi, Edmonson & Miller 1764* (E, G).

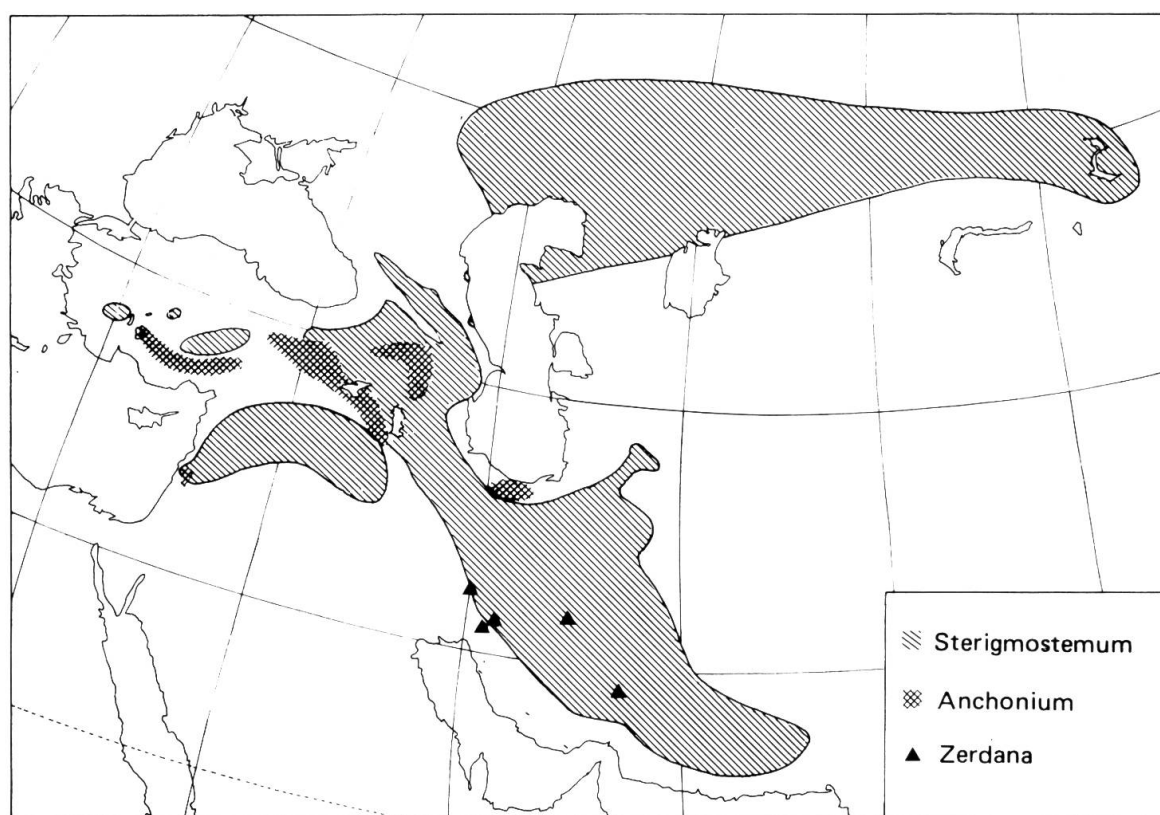


Fig. 22. — Distribution des genres *Zerdana* Boiss., *Sterigmostemum* M. Bieb., et *Anchonium* DC.

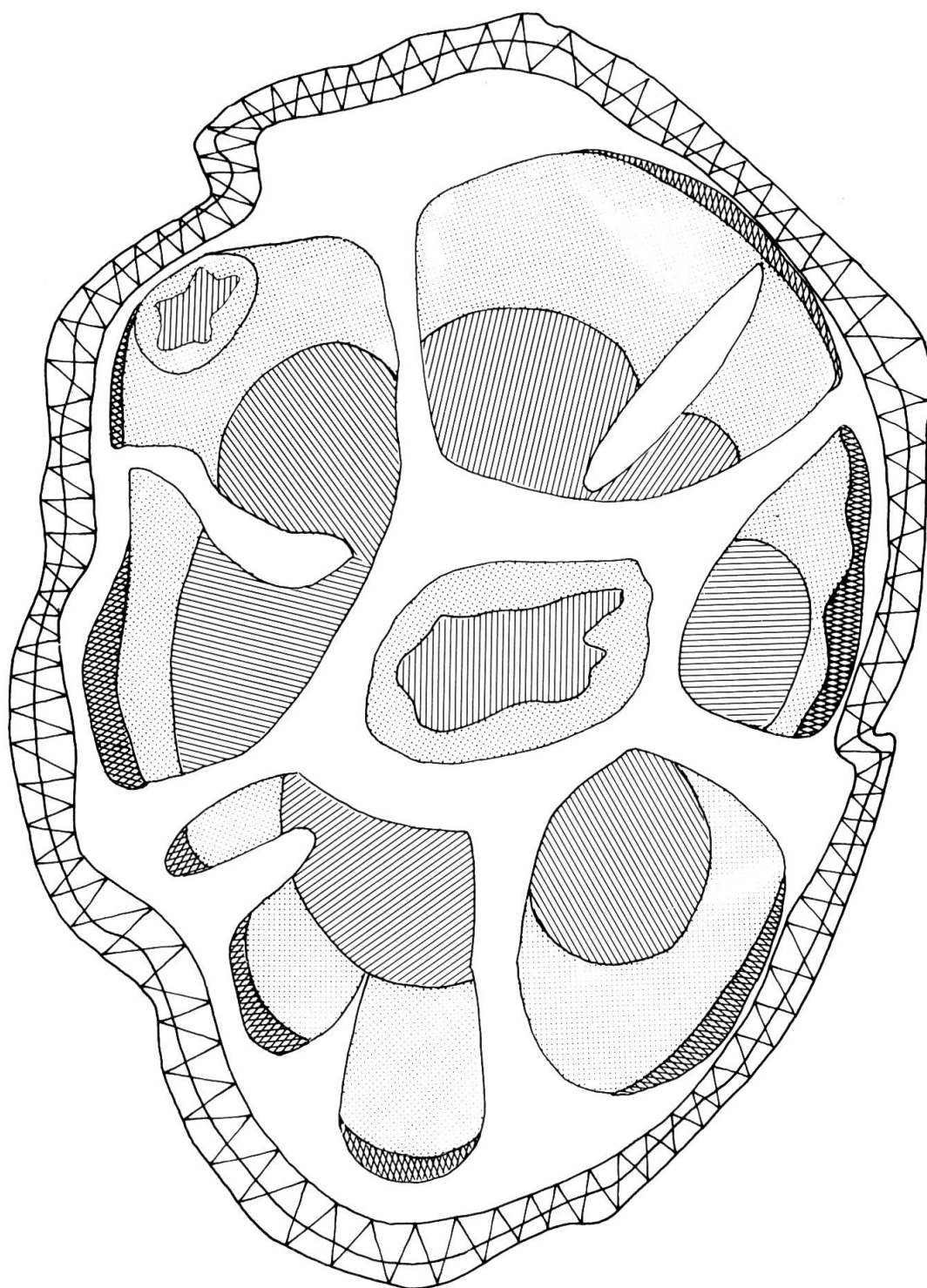


Fig. 23. — *Zerdana anchonioides* subsp. *stenophylla*: coupe semi-schématique de la souche, d'après une coupe transversale effectuée au niveau du collet. On distingue au centre une structure racinaire, dont la réplique, incluse dans le quart supérieur gauche, indique la sortie d'une racine secondaire. Hachures: xylème. Pointillés: phloème. Quadrillé: collenchyme. Blanc: parenchyme. Ligne brisée: écorce. (Haussknecht s.n., 1868, G-BOIS).

Discussion

Affinités et position systématique du genre Zerdana

BOISSIER (1842: 84), hésite beaucoup sur la position du genre qu'il vient de décrire: "Hoc genus è *Sisymbriearum* tribu ab omnibus hujus sectionis generibus notis, staminibus majoribus connatis differt. Habitus aliquarum *Hesperidis* specierum, à quibus caeterum, praeter notam indicatam, calyce aequali, floribus luteis discognitur. Sua maxima autem affinitas est cum genere *Anchonio* quod cum *Sisymbriis* conjungit et à quo siliquâ longiori dehiscenti biloculari facile distinguitur."

Il maintient cet avis dans le *Flora Orientalis* (BOISSIER, 1867: 239), conservant à *Zerdana* sa position à proximité des genres *Anchonium* et *Sterigmostemum*, notant simplement qu'il possède, comme ces deux derniers genres, des funicules "per paria coalitis", caractère peu évident sur les échantillons examinés et qui ne s'applique pas à la totalité des espèces du genre *Sterigmostemum*.

Dans son essai sur la systématique des Crucifères, HAYEK (1911), intègre *Zerdana* aux *Brayinae*, l'une des sous-tribus qu'il reconnaît dans les *Alysseae*. *Zerdana* est placé au sein d'un groupe de genres comprenant *Lonchophora*, *Pyramidium*, *Sterigma* [i.e. *Sterigmostemum*], *Anchonium* et *Trichochiton*. Les deux premiers genres sont généralement classés dans les *Matthioleae*, *Lonchophora* étant par ailleurs un genre endémique des régions désertiques de l'Algérie et de la Tunisie. *Trichochiton*, endémique du Pamir-Alaï, de la Syr Daria et du Turkménistan, possède des poils simples, du type *Hesperis*, et bifides, proches du type *Erysimum*, bien différents de ceux de *Zerdana*, et ses étamines sont libres. Dans ce groupe de genres, HAYEK (1911: 253), assigne à *Zerdana* une position intermédiaire entre un groupe *Chorispora-Diptychocarpus-Dontostemum* et la sous-tribu des *Euclidinae*, comprenant les genres *Euclidium*, *Anastatica* et *Otoceras*. En d'autres termes, Hayek suggère une filiation *Chorispora* — *Zerdana* — *Euclidium*, hypothèse discutable. D'autre part, le schéma ne reflète pas le discours que tient Hayek dans le commentaire consacré à chacun des genres. Ainsi, à propos de *Zerdana*, (op. cit.: 235), il affirme: "Zeigt einige xerophile Anpassungen, ist aber im übrigen gewiss mit *Dontostemon* und *Anchonium* nahe verwandt", ce que le schéma n'exprime pas aussi nettement. Par ailleurs, la disposition des cellules à myrosine, qui joue un certain rôle dans ce système, n'a pu être observé dans les *Sterigma* (p. 234), *Anchonium* (p. 235) et *Zerdana* (ibid.). Néanmoins, Hayek reconnaît que ce caractère ne saurait être considéré comme prédominant, sous peine d'en venir à des conclusions parfaitement arbitraires, à l'image du système de SCHWEIDLER (1905).

S'il reprend le texte descriptif de Hayek, SCHULZ (1936: 581), n'en retient pas les commentaires, et n'en formule lui-même aucun, sur les affinités éventuelles du genre, que le cheminement de sa clé de détermination place entre *Maresia* et *Mathewsia*. Ce classement n'implique aucune parenté, mais relevons que chez *Maresia*, dont l'aire est centrée sur la Méditerranée, et représenté en Iran par deux espèces, l'une, *M. nana*, dans le Nord, l'autre, *M. pygmaea*, dans le Sud, l'indument ne comporte pas de glandes, les sépales internes sont gibbeux à la base, les étamines sont libres et le stigmate est capité-déprimé. De plus, ce genre, très proche de *Malcolmia*, ne compte que des espèces annuelles. Quant au genre *Mathewsia*, il est natif du Chili et du Pérou.

Dans la synthèse de MOGGI (1965: 269), *Zerdana* apparaît dans le groupe de genres "*Braya*", à proximité immédiate de *Pychnoplinthus*. Ce genre monotypique, endémique du Thibet et du Karakoram, donc a priori géographiquement très éloigné de *Zerdana*, s'en distingue aussi par un habitus tout à fait différent: il s'agit d'une plante certes perenne, mais à souche napiforme, et de plus acaule, glabre, à sépales internes gibbeux à la base, et étamines libres. MOGGI (ibid.), établit d'autre part un rapport entre *Zerdana* et *Braya*, qui ne paraît pas fondé sur une réalité très tangible. Le même auteur, opère un regroupement des genres *Anchonium*, *Sterigmostemum* et *Leptaleum*, dans un cercle de genres distinct de celui qui inclut *Zerdana*, alors que la communauté de caractères devant rapprocher *Leptaleum* de *Anchonium* et *Sterigmostemum*, est beaucoup moins patente que celle liant ces deux genres à *Zerdana*, ne serait-ce que dans le domaine de la chorologie.

DVOŘÁK (1972), insiste sur la structure des dissépiments du septum. Or, cette structure n'est pas immuable, même dans un petit genre comme *Zerdana* par exemple, et ne saurait être considérée comme un critère décisif. Cet auteur subdivise la tribu des *Hespéridées* en trois sous-tribus, *Hesperidinae*, *Matthiolinae* et *Anchoniinae*, sous-tribu nouvelle qui ne doit pas être confondu avec la

tribu des *Anchonieae* DC.; celle-ci, désignée aussi par l'appellation "*Notorhizeae lomentaceae*", ne comprenait que les trois genres *Anchonium*, *Sterigma* et *Goldbachia* (DE CANDOLLE, 1821: 242). Dans le système de Dvořák, la sous-tribu des *Anchoniinae* englobe les genres *Alaïda*, *Dontos-temon*, *Diptychocarpus*, *Sterigmostemum*, *Chorispora*, *Bunias*, *Anchonium*, *Micrantha*, et *Zerdana*, sans qu'apparaissent l'idée de liens privilégiés entre *Zerdana*, *Sterigmostemum* et *Anchonium*. Néanmoins, la position assignée au genre *Zerdana* semble plus judicieuse dans le système de Dvořák que dans l'analyse de Moggi.

RECHINGER (1968: 308), dont le traitement suit, dans ses grandes lignes, le système de SCHULZ (op. cit.), ne fait pas de commentaire sur la position systématique du genre *Zerdana*.

HEDGE & WENDELBO (1978: 401), signalent les affinités de *Zerdana* avec *Anchonium* et *Sterigmostemum*.

Les investigations caryologiques et anatomiques étant exclues par la nature et la rareté du matériel disponible, le présent exposé se doit d'être circonspect sur le sujet des affinités. Pourtant, sans formuler d'avis sur d'éventuelles filiations, et à l'appui d'observations portant sur les genres des tribus des *Hesperideae* et des *Matthioleae* recensés dans les aires concernées (territoire de la "Flora Iranica" (HEDGE & RECHINGER, 1968, et Asie Centrale), ainsi que d'investigations effectuées sur les genres *Anchonium* (JACQUEMOUD, 1984b), *Sterigmostemum* et *Oreoloma*, il est raisonnable d'affirmer que ces trois genres composent avec *Zerdana* un groupe aux affinités très étroites. Cette conclusion justifie, si besoin était, la place de *Zerdana* dans le giron des Hespéri-dées (sensu SCHULZ, 1936, HEDGE & RECHINGER, 1968), sans exclure, par ailleurs des rapports avec des taxa appartenant à d'autres tribus, on songe à *Phaeonychium*, dans les *Arabideae*, par exemple. Nous faisons abstraction des liens entre *Hesperideae* et *Matthioleae*, la limite séparant ces deux tribus étant aussi ténue que fluctuante.

Le tableau ci-dessous donne un condensé des rapports entre *Zerdana*, *Anchonium*, *Sterigmostemum* et *Oreoloma*. Pour ce dernier genre, les caractères de la silique et de la graine, que nous n'avons pu étudier, faute d'exemplaires fructifiés, seront mentionnés "e descriptione", entre parenthèses. Nous remercions les autorités de l'Institut botanique Komarov de l'Académie des sciences de l'U.R.S.S., à Leningrad (LE), pour le prêt d'exemplaires du genre *Oreoloma* Boč.

Caractère	<i>Zerdana</i>	<i>Anchonium</i>	<i>Sterigmostemum</i>	<i>Oreoloma</i>
sepala int. subsaccata	0	1	+	1
petala unguiculata	1	1	+	1
antherae mucronolatae	1	0	0	0
stam. int. connata	1	1	1	1
stylus elongatus	1	1	1	+
stigma bilobum	1	1	1	+
siliqua dehiscens	1	0	+	(+)
septum tenue	1	0	+	(0)
funiculus filiformis	1	0	+	(/)
semina oblonga	1	1	1	(1)
— lateraliter compr.	1	1	1	(/)
embryo nothorhizus	1	1	1	(1)
pili ramosi	1	1	1	1
pili furcati	1	1	+	1
glandulae stipitatae	1	1	+	1
planta perennis	1	1	+	1
caudex vestitus	1	1	+	+
stirps montanus	1	1	0	+

1: caractère générique; + : caractère présent dans le genre; 0: caractère non représenté dans le genre; / : pas d'indication à ce sujet.

Ce tableau n'est donné qu'à titre indicatif et des comparaisons ne sauraient être établies sur des bases aussi frustes. Ainsi ornementation, densité de la pubescence comme son caractère appliqué ou non, forme des lumina de l'exine, aspect de la testa des gaines, formes foliaires, conformation de la tige, etc..., par ailleurs présentés dans la partie descriptive, doivent être pris en considération, mais les nuances qu'implique leur description ne sont pas toujours réductibles à une expres-

sion chiffrée. En définitive, genre de haute-montagne comme *Anchonium*, *Zerdana* se rapproche plus de *Sterigmostemum*, genre dépourvu d'espèces "alpines", mais plus proche par sa morphologie et sa distribution géographique (voir carte, fig. 22). Ceci dit, les éléments qui permettraient d'établir, avec une certaine assurance, une relation de filiation entre les deux genres, font défaut. Il y a plutôt lieu de voir dans ces affinités l'expression d'une ascendance commune. C'est dans le même ordre d'idées qu'il faut concevoir les rapports entre *Zerdana* et *Anchonium*, et ceux plus lointains qui l'unissent au genre centre-asiatique *Oreoloma*.

Considérations sur l'ancienneté du genre Zerdana

Comme le font remarquer FAVARGER & CONTANDRIOPOULOS (1961: 386), "L'âge d'un taxon est toujours difficile à estimer correctement.". Cette opinion s'applique "a fortiori" chez les Crucifères, famille remarquable par la fréquente coexistence de caractères réputés "archaïques ou primitifs" et "évolués ou dérivés" (hétérobathmie). Conclure à l'ancienneté ou la modernité relatives d'un taxon au vu de la proportion entre les deux types de caractères est donc malaisé. Autre élément d'appréciation, les critères chorologiques seront abordés en second lieu.

Les critères morphologiques

Le caractère *ligneux* est considéré comme "primitif", du moins, les plantes ligneuses et pérennes précèdent-elles les plantes herbacées et annuelles. La souche ligneuse de *Zerdana* en ferait donc un genre "ancien". Mais la lignification peut être un phénomène secondaire et chez bon nombre de Crucifères, la duration n'est pas le plus stable des caractères.

La soudure des *étamines* internes, caractère "dérivé", assignerait à *Zerdana* une origine plus récente, ou laisse supposer un certain degré d'évolution.

La *silique* déhiscence précède la silique indéhiscence (ZOHARY, 1948, DVOŘÁK, 1972, MOGGI, 1965, etc...): elle ferait donc pencher la balance en faveur de l'ancienneté.

L'évolution du *calice* va de l'homomorphie à l'hétéromorphie: les sépales latéraux devenant légèrement bossus, puis gibbeux à la base. Sous ce rapport, *Zerdana* possède un calice plutôt primitif...

...Tandis que les *pétales onguiculés* parlent en faveur de la modernité.

Ces critères, souvent antinomiques et qui ne préjugent en rien de la valeur adaptative des différents caractères, n'ont pas valeur d'axiomes. Ainsi, dans le genre *Anchonium*, composé d'espèces pérennes — caractère dit "archaïque", plusieurs caractères (soudure des étamines longues, pétales onguiculés, sépales dressés appliqués hétéromorphes, silique indéhiscence, décurrence des rameaux, variabilité morphologique, etc...) accréditent la thèse d'une origine "récente". Chez *Zerdana*, il y a prédominance des caractères de type "archaïque", hormis la soudure des étamines. Cela n'autorise pas pour autant à conclure à une origine ancienne du genre.

L'interprétation aréale

L'aspect lacunaire des connaissances sur le développement des flores dans les régions concernées vient accroître le côté conjectural de ces considérations. Il n'est que de songer à la controverse sur l'importance des "événements climatiques" de la fin du Pléistocène en Iran (cf. EHLERS, 1980: 125), pour s'en convaincre et se garder d'affirmations péremptoires. Mais en l'occurrence, quelques constatations peuvent cependant être formulées.

L'ancienneté d'un taxon est généralement associée, mais pas de manière obligatoire, à la modestie de son aire de distribution (paléo-endémisme). De plus, ZOHARY (1963: 69 et sqq.), explique le "sténo-endémisme", ou endémisme ponctuel, si fréquent dans la région irano-touranienne, par l'absence de territoires libres de concurrence et propices à leur expansion, ce qui revient à attribuer aux représentants des taxa considérés un pouvoir de concurrence peu élevé. L'hypothèse du paléo-endémisme, synonyme de l'ancienneté du genre, serait d'ailleurs parfaitement compatible avec l'idée d'un faible pouvoir de concurrence, caractérisant un taxon en voie de "fossilisation" et de spécialisation. Cependant, dans le cas de *Zerdana*, plusieurs éléments incitent à nuancer cette hypothèse, et en premier lieu, les "événements climatiques pléistocènes". Or, on vient d'y faire allusion, la question est encore fort débattue: l'extension des phénomènes glaciaires, la nature des changements climatiques dans les zones montagneuses non touchées par ceux-ci alimentent encore la polémique entre spécialistes.

Examinons donc une thèse “maximaliste”: l'analyse géomorphologique du massif du Kuh-i Japar, dans la province de Kerman — partie méridionale de l'aire de *Zerdana* — permet à KUHLE (1976), de conclure à l'existence de deux glaciations pléistocènes prolongées. Les glaciers, toujours subordonnés au relief, auraient, certes, gardé un caractère local (glaciers de cirque), mais l'explication de leur genèse fait intervenir un abaissement de la limites des neiges persistantes de l'ordre de 1440 à 1640 m, suite à une chute de la moyenne annuelle des températures de l'ordre de 6 à 12° (BUTZER, 1958: 307), l'estime en moyenne à 8° pour l'ensemble du Proche-Orient).

Le clan “minimaliste” ne rejette pas sans appel l'idée de glaciation dans le Zagros central, mais son scepticisme se nourrit de l'absence d'indices incontestables. Ainsi, WRIGHT (1962: 154-155), dont les travaux, par ailleurs, ont mis en évidence l'importance des glaciations dans les montagnes du Kurdistan, dit n'avoir rencontré dans le sud-ouest de l'Iran, des traces avérées de phénomènes glaciaires pléistocènes que dans le massif du Zardeh Kuh. Il fait allusion, entre autres, à des moraines descendant jusqu'à 2600 m, en versant nord, il est vrai. Cela suppose tout de même une importante dégradation des conditions climatiques certainement sensible jusque dans les montagnes de la région de Kerman (Kuhle, on l'a vu, n'en doute pas), bien que l'impact des masses d'air venant de l'ouest soit atténué par la barrière que représente le Zagros. Il ne paraît pas déraisonnable de supposer que, même sans impliquer une forte extension glaciaire, cette dégradation du climat ait pu rendre les étages supérieurs totalement inhospitaliers, ne serait-ce que par un raccourcissement de la période de végétation, entraînant la disparition des espèces de haute-montagne, ou leur “migration” vers les zones inférieures, pour retrouver des conditions de vie équivalentes à celles de leur habitat primitif. Dès lors, si l'on admet l'ancienneté du genre, sa localisation dans les parties les plus élevées, donc les plus exposées peut surprendre: il aurait disposé de la souplesse nécessaire, plasticité génétique, réservoir de population suffisant, pour surmonter ces aléas et regagner son habitat actuel (les localités dont l'altitude est connue sont situées entre 3000 et 4100 m). Ces ressources ne sont pas celles que l'on attribue d'ordinaire aux taxa paléo-endémiques, plutôt taxés d'une certaine rigidité de comportement: liés à un milieu spécialisé, ils sont peu aptes à réagir à des transformations, même lentes, des conditions ambiantes, en raison d'un appauvrissement génétique, tribut de leur isolement. Ou bien, force est d'admettre que les fluctuations du climat, modérées dans leur ampleur, ou lentes à se manifester, sont restées sans conséquences sur la pérennité du genre, et ainsi de reconnaître son origine ancienne. Au demeurant, s'il y a désaccord sur l'importance et l'extension géographiques des phénomènes glaciaires, personne ne met en doute l'ampleur des changements climatiques survenus à la charnière Pléistocène-Holocène. Les rares sondages palynologiques effectués dans ces territoires peu propices à l'accumulation de dépôts “pièges” en témoignent, et VAN ZEIST (1967: 310), considère que pendant la période qui correspond au Pléni-Glaciaire du Würm alpien, forêt et savanne s'étaient retirées de la majeure partie des montagnes du Zagros, et que peut-être, les arbres avaient-ils totalement disparu de l'Iran occidental (VAN ZEIST & BOTTEMA, 1977, gardent la même opinion). Les zones non touchées par le phénomène glaciaire ont, en effet subi un climat plus froid, mais aussi plus sec, présidant à la formation d'une steppe à Chénopodiacées et *Artemisia*. Avec ou sans glaciers, les conditions de vie des étages culmineaux ne devaient guère être favorables aux espèces végétales, même les plus endurcies, et la disparition des forêts permet de conclure à un abaissement général des étages de végétation, ou pour le moins à un important changement climatique, jusque dans le Zagros méridional, ainsi que dans les montagnes de la région de Kerman. Dès lors, l'origine ancienne du genre *Zerdana* ne peut être envisagée sans correctifs.

Cette hypothèse suscite d'autres réserves. Ainsi, toujours dans l'optique d'une glaciation, d'amplitude modérée, mais en admettant que les représentants du genre ont été aptes à en surmonter les effets — réservoir génétique suffisant, capacité d'adaptation à des conditions nouvelles, puis implantation dans son domaine actuel — on peut se poser deux questions:

1. La phase de migration n'aurait-elle pas dû être propice à une différenciation, donnant naissance à un ou plusieurs taxa affines, de même écologie, ou vicariants altitudinaux?
2. Comment expliquer la modestie de ses effectifs actuels: faible pouvoir de concurrence? Facteurs anthropiques? Ces derniers ne doivent pas être négligés: les indices de domestication de la chèvre sont précoces dans le Zagros, le pâturage s'y pratique certainement depuis plus de 7000 ans, et ce, jusqu'aux altitudes les plus élevées.

En résumé, ces considérations nous amènent à rejeter l'idée d'un paléo-endémisme stricto sensu du genre *Zerdana*, et à envisager sa formation à partir d'une souche ancestrale, peut-être en voie de spécialisation, mais encore assez souple pour se différencier à la fin du Pléistocène. La rareté de ses représentants pourrait être mise au compte de la réduction des milieux favorables, consécutive à une aridification du climat et aux facteurs anthropogènes évoqués plus haut. Le "sténo-endémisme", s'explique en outre par la nature extrêmement accidentée du Zagros: c'est quasiment un endémisme de type insulaire (mais non lié à une adaptation rayonnante (adaptative radiation)), les sommets élevés formant autant d'îles séparées par de profondes vallées.

Le cas de *Zerdana* ne saurait être isolé de son contexte floristique, et à cet égard, il est intéressant de constater, pour nous limiter à cette famille, que les autres Crucifères endémiques du Zagros, par ailleurs toutes vivaces — encore un facteur qui militerait a priori en faveur du paléoendémisme — occupent une position systématique très isolée dans leurs groupes respectifs. *Acanthocardium* Thell. (monotypique: *A. erinaceum* (Boiss.) Thell.), proche de *Lepidium* (HEDGE, 1968: 73), n'est malheureusement connu que par le type, qui avait suscité la perplexité de BOISSIER (1867: 357): "species nulli aliae affinis". Guère mieux représenté, le genre *Micrantha* Dvořák, également monotypique, est considéré par DVOŘÁK (1972: 51), comme le terme probable d'une lignée évolutive, en raison de son fruit indéhiscent, mais l'estime plus ancien que le genre *Anchonium*, dont il serait proche, à cause de ses étamines internes libres. *Straussiella*, séparé par Haussknecht du genre *Clastopus* (Alysseae), lui-même proche du genre *Vesicaria*, ne compte qu'une espèce, *Straussiella purpurea* (Bunge) Hausskn.; HAYEK (1911: 253), le place en fin d'une lignée dérivant de *Ptilotrichum*. Découverte comme *Zerdana*, par Aucher-Eloy, lors de l'exploration du Zardeh Kuh, *Heldreichia longifolia* Boiss. (*Lepid.*), connue par la seule récolte originale, devrait être séparée, selon HEDGE (1968: 99) des autres espèces du genre; le même auteur ne lui voit d'affinités qu'avec *Stroganowia affghana* (Boiss.) Pavlov, espèce rare vivant dans les montagnes des confins du Turkménistan, du Khorassan et de l'Afghanistan.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre reconnaissance aux Institutions botaniques qui nous ont prêté des exsiccata. Nos remerciements s'adressent également à M^{me} D. Wüst-Calame, qui a réalisé la carte de la figure 15, à M^{me} M. Kolakowski, pour ses photographies de planches d'herbier, au D^r A. Strork, pour ses observations et ses avis, à M. J. Wüest, pour ses prises de vue au microscope électronique à balayage, au D^r M. Dittrich, pour son amical concours en micromorphologie et ses conseils avisés. Nous sommes particulièrement redevables au Prof. D^r K. H. Rechinger, Vienne, des conseils bienveillants qu'il a bien voulu nous prodiguer ainsi que des utiles renseignements qu'il nous a fournis.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUCHER-ELOY, P. (1843). *Relations de Voyages en Orient*. Paris. Librairie Encyclopédique de Roret. Première Partie. 364 pp.
- BOISSIER, E. (1842). Plantae Aucherianae orientales enumeratae cum novarum specierum descriptione. Cruciferae. *Ann. Sci. Nat. Bot.* ser 2, 17: 45-90.
- BOISSIER, E. (1867). *Flora Orientalis*. Vol. 1. Basileae. Georg. 1017 pp.
- BOISSIER, E. (R. Buser, éd.) (1888). *Flora Orientalis. Supplementum*. Genevae et Basileae. Georg. 466 pp.
- BOTTEMA, S. & W. VAN ZEIST (1981). Palynological evidences for the climatic history of the Near East, 50,000-6,000 BP. In: *Colloques Internationaux du C.N.R.S. N° 598 — Préhistoire du Levant*: 111-132. Paris. Editions du C.N.R.S.
- BUTZER, K.W. (1958). The Near East during the last glaciation: a paleogeographical sketch. *Geogr. J.* 124: 367-369.
- CANDOLLE, A. P. DE (1821). Mémoire sur la famille des Crucifères. *Mém. Mus. Hist. Nat. [Paris]* 7(1): 169-252.
- DVOŘÁK, F. (1967). Příspěvek k poznání variability nektarií u rostlin z čeledi Brassicaceae. *Spisy Přír. Fac. Univ. J. E. Purkyně v Brně* 485: 321-325.
- DVOŘÁK, F. (1972). Study of the evolutionary relationship of the tribe *Hesperideae*. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purkyininae Brun.*, Biol. 13(4): 3-82.
- EHLERS, E. (1980). *Iran. Grundzüge einer geographischer Landeskunde*. Darmstadt. Wissenschaftliche Buchgesellschaft. 596 pp.
- ERDTMAN, G. (1943). *An Introduction to Pollen Analysis*. Waltham. Chronica Botanica Company. 239 pp.
- FAVARGER, C. & J. CONTANDRIOPOULOS (1961). Essai sur l'endémisme. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 71: 384-408.
- GRUNERT, J. (1978). Die Firnflecken am Kuh-e-Barfkhan, Shir-Kuh Massiv In: GRUNERT, J., H.-G. CARLS, & C. PREU (1978), *Rezente Vergletscherungsspuren in zentraliranischen Hochgebirgen*: 160-166. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 28: 148-166.

- HAUSSKNECHT, C. (1882). Vorbericht über Prof. C. Haussknecht's orientalische Reisen. Nebst Erläuterungen von Prof. Dr. H. Kiepert. *Zeitschr. der Gesellschaft für Erdkunde* 17: 343-347.
- HAYEK, A. VON (1911). Entwurf eines Cruciferen-Systems auf phylogenetischer Grundlage. *Beih. Bot. Centralbl.* 27(2): 127-334.
- HEDGE, I. C. & K. H. RECHINGER (1968). Cruciferae. In: RECHINGER, K. H. (1968), *Flora Iranica*. Vol. 57. Graz. Akademische Druck- u. Verlagsanstalt. 372 pp.
- HEDGE, I. C. & K. H. RECHINGER (1968b). Lepidieae. In: RECHINGER, K. H. (1968), *Flora Iranica*. Vol. 57: 63-122. Graz. Akademische Druck- u. Verlagsanstalt.
- HEDGE, I. C. & P. WENDELBO (1978). Patterns of distribution and endemism in Iran. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh* 36(2): 441-464.
- HOLMGREN, P. K., W. KEUKEN & E. K. SCHOFIELD. (1981). Index Herbariorum. Part 1. The Herbaria of the World. Ed. 7. *Regnum Veg.* 106: 1-452.
- JACQUEMOUD, F. (1984a). Les espèces-types des genres *Sterigmostemum* M. Bieb., *Anchonium* DC. et *Zerdana* Boiss. *Candollea* 39: 301-306.
- JACQUEMOUD, F. (1984b). Etude du genre *Anchonium* DC. (Cruciferae). *Candollea* 39: 715-769.
- KUHLE, M. (1976) Beiträge zur Quartärmorphologie SE-Iranischer Hochgebirge. Die quartäre Vergletschung des Kuh-i Jupar I. *Gött. Geogr. Abhandl.* 67: 209 pp.
- MOGGI, G. (1965). Osservazioni tassonomiche e chorologiche sulle Hesperideae (Cruciferae). *Webbia* 20: 241-273.
- MURLEY, M. (1951). Seeds of the Cruciferae of Northeastern North America. *Amer. Midl. Naturalist.* 46: 1-81.
- PREU, C. (1978). Die rezente Vergletscherung des Zardeh-Kuh Massivs. In: GRUNERT, J., CARLS, H.-G. & C. PREU (1978). Rezente Vergletscherungsspuren in zentraliranischen Hochgebirgen: 148-155. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 28: 148-166.
- RAUNKIAER, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford. Clarendon Press. 632 pp.
- RECHINGER, K. H. (1951). Grundzüge der Pflanzenverbreitung im Iran. *Verh. Zool. Bot. Ges. Wien* 92: 181-188.
- RECHINGER, K. H. (1968). *Flora Iranica*. Vol. 57. Graz. Akademische Druck- u. Verlagsanstalt. 372 pp.
- RECHINGER, K. H. (1968) Hesperideae. In: RECHINGER, K. H. (1968), *Flora Iranica*. Vol. 57: 251-309. Graz. Akademische Druck- u. Verlagsanstalt.
- SCHULZ, O. E. (1936). Cruciferae. In: ENGLER, A., *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*. Leipzig. W. Engelmann Verlag. Vol. 17 b. 226-658.
- SNOGERUP, S. (1967). Studies in Aegean Flora VIII. *Erysimum* sect. *Cheiranthus*. A. Taxonomy. *Opera Bot.* 13.
- VAN COTTHEM, W. R. (1970). A classification of stomatal types. *Bot. J. Linn. Soc.* 63: 235-246.
- VAN ZEIST, W. (1967) Late quaternary vegetation history of western Iran. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 2: 301-311.
- VAN ZEIST, W. & S. BOTTEMA (1977). Palynological Investigations in Western Iran. *Palaeohistoria* 19: 19-85.
- WENDELBO, P. (1971). Some Distributional Patterns within the Flora Iranica Area. In: DAVIS, P. H., P. C. HARPER & I. C. HEDGE (Eds.) (1971), *Plant Life of South-West Asia*: 29-41. Edinburgh. The Botanical Society of Edinburgh.
- WRIGHT, H. E. (1962). Pleistocene glaciation in Kurdistan. *Eiszeitalter und Gegenwart* 12: 131-164.
- ZOHARY, M. (1948). Carpological studies in Cruciferae. *Palestine J. Bot., Jerusalem Ser.* 4: 158-165.
- ZOHARY, M. (1963). On the geobotanical structure of Iran. *Bull. Res. Council Israel, Sect. D, Bot.* 11 D. Suppl.: 1-113.
- ZOHARY, M. (1971) The Phytogeographical Foundations of the Middle East. In: DAVIS, P. H., P. C. HARPER & I. C. HEDGE (Eds.) (1971), *Plant Life of South-West Asia*: 44-52. Edinburgh. The Botanical Society of Edinburgh.