©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Phyton (Austria)	Vol. 15	Fasc. 1—2	127—143	30. 8. 1973

Contribution à l'étude cytotaxinomique de *Campanula rotundifolia* dans les Pyrénées françaises et espagnoles

Par

Alain Geslot *)

Laboratoire de Taxinomie et Ecologie végétales, U.E.R. de Sciences Naturelles, Marseille

Avec 13 Figures

Introduction

Le présent article reprend, en partie, les résultats d'une thèse de spécialité soutenue en novembre 1971 et consacrée à l'étude des campanules du groupe *rotundifolia* L., dans les Pyrénées françaises et espangoles (Geslot 1971).

Ces campanules qui constituent la sous-section *Heterophylla* (Wit.) Fed., présentent une homogénéité morphologique reconnue depuis longtemps (de Candolle 1830, Boissier 1875, Nyman 1878, Witasek 1902, Fedorov 1957, Podlech 1965). Elles sont caractérisées par une souche vivace, deux types de feuilles (des feuilles basales pétiolées, plus ou moins réniformes et des feuilles caulinaires sessiles, linéaires à lancéolées), une inflorescence racémeuse, un calice sans appendices entre les sinus, des lobes stigmatiques courts et une capsule triloculaire s'ouvrant par trois pores à la base.

Du point de vue cytologique, la sous-section *Heterophylla* groupe des espèces à nombre de base $x = 17$ et à chromosomes courts: 3 μ (classe 2 de Gadella 1964).

Materiel et methodes

La plus grande partie des plantes servant de base à ce travail a été récoltée dans les Pyrénées au cours des étés 1968, 1969 et 1970 (cf. tableau).

---

*) A. Geslot, Assistant, Laboratoire de Taxinomie et Ecologie végétales, U.E.R. de Sciences Naturelles, Université de Provence, Centre de Saint-Jérôme, Traverse de la Barasse, 13 — Marseille (XIII).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

En vue de l'étude cytologique, des fixations de boutons floraux ont été faites in situ, dans le mélange acide-alcool (1/3). Les graines prélevées ont parfaitement germé en boite de Pétri au laboratoire. Les extrémités radiculaires, traitées pendant 1 h 30 dans une solution saturée d'alpha-bromo-naphtalène ont été fixées comme précédemment. Pour les observations cytologiques, la méthode des squashes au carmin acétique a seule été utilisée et chaque valeur de caryotype vérifiée sur dix écrasements au minimum par population étudiée *).

Les dessins ont été réalisés à l'aide d'une chambre claire O.P.L. adaptée sur un microscope WILD M 20 (oculaire 25, objectif 100).

Les échantillons témoins, au nombre de 10 à 30 par population sont conservés dans mon herbier personnel. Ils ont été déterminés par référence à du matériel provenant des Herbiers suivants:

— Herbier CHASSAGNE, Université de Clermont-Ferrand obligeamment prêté par le Professeur LOISEAU.

— Herbier du Conservatoire et Jardin botanique de Genève.

— Herbier du Botanische Staatssammlung, München, où se trouve le type de *C. hispanica* subsp. *catalanica* PODL.

— Herbier COUSTURIER, déposé au laboratoire de Botanique générale de l'Université de Provence, centre de St-Jérôme, Marseille.

— Herbier NEGRE, déposé au laboratoire de Taxinomie et Ecologie végétales de l'Université de Provence, centre de St-Jérôme, Marseille.

— Herbiers de l'Institut de Botanique de Montpellier, (herbier général, herbier XATART, herbier OLIVER).

— Herbier TIMBAL-LAGRAVE, déposé au laboratoire de Botanique générale de l'Université P. Sabatier à Toulouse, dont nous avons pu examiner les exemplaires grâce à l'amabilité du Professeur TROCHAIN. Cet herbier contient les types de *C. ficarioides*, *C. precatoria* et *C. ruscinonensis*.

— Herbier du Botanisches Institut der Universität, Wien.

Résultats

Ils figurent dans le tableau ci-joint pour 89 populations représentant 9 espèces différents.

---

*) Par commodité, le terme «population» sera utilisé, au cours de cette étude avec le sens suivant: colonie de plantes situées dans le même individu d'association. C'est au sein de ces colonies qu'ont été prélevés, au hasard, boutons floraux et échantillons témoins. Il est bien évident que toutes les «populations» de *C. rotundifolia* L., par exemple, n'en forment peut-être qu'une, ou un nombre restreint, au sens génétique du terme (GUINOCHET, 1955).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Tableau

Résultats cytologiques et indications écologiques ou phytosociologiques concernant les échantillons examinés

No	Localité	Alt., Exp.	Indications écologiques ou phytosociologiques	n	2n
C. recta					
1	Massif du Céciré (Hte-Gar.)	2300 m, E	Rochers calcaires		34
6	Crête de Subescale (Hte-Gar.)	2100 m, E	Rochers, schistes antegothlandiens		34
9	Source de la Coume de Bourg (Hte-Gar.)	2140 m, W	Ranunculo-Festucetum Eskiae, sur schistes carburés	17	
11	Entre le Céciré et la Coume de Bourg	2130 m, S	Pelouse sur sol schisteux		34
12	Pic du Céciré (Hte-Gar.)	2390 m, W	Pelouse sur sol calcaire		34
16	Hourquette des Hounts-Secs (Hte-Gar.)	2150 m, N	Pelouse à *Luzula spadicea* sur sol schisteux		34
17	Cirque de Médassoles (Hte-Gar.)	2150 m, NE	Rhodoraie sur sol schisteux		34
18	Cirque de Médassoles (Hte-Gar.)	2180 m, N	Eboulis schisteux		34
20	Hourquette des Hounts-Secs (Hte-Gar.)	2100 m, W	Eboulis fixés à *Rhododendron ferrugineum*	17	34
21	Cirque de Médassoles (Hte-Gar.)	1900 m, E	Eboulis mobiles, schisteux		34
25	Pic de Subescale (Hte-Gar.)	2310 m, E	Eboulis mobiles, schisteux		34
26	Crête entre Coume-Nère et le Cap des Hounts-Secs (Hte-Gar.)	2400 m, NW	Rochers, quartzite antegothlandienne		34
30	Pic de Subescale (Hte-Gar.)	2430 m, NW	Pelouse ouverte à *Festuca Eskia*, sur schistes	17	
31	Sommet de la Coume de Bourg (Hte-Gar.)	2250 m, W	Ranunculo-Festucetum Eskiae, sur sol schisteux	17	34
45	Cirque de Médassoles (Hte-Gar.)	2160 m, NE	Eboulis fixés à *Rhododendron ferrugineum*		34

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Continuation

47	Cirque de Médassoles (Hte-Gar.)	1950 m, E	Rochers		34
54	La Montagnette (Hte-Gar.)	2340 m, W	Pelouse à *Festuca Eskia* avec *Botrychium Lunaria*	17+ 2—3 B	
55	Cap de Bassiéret (Hte-Gar.)	2200 m, E	Peuplement de *Pinus uncinata*, sur sol schisteux		34
159	Cirque des Hounts-Secs (Hte-Gar.)	2200 m, N	Pelouse à *Festuca Eskia*		34
70	Col de Régine (Pyr.-Or.)	1860 m, E	Pelouse à *Festuca Eskia*, sur sol schisteux		34
71	Flanc du Plà Guillem (Pyr.-Or.)	1950 m, NE	Pelouse à *Festuca Eskia*, sur sol schisteux		34
72	Flanc du Plà Guillem (Pyr.-Or.)	2240 m, NE	Pelouse très ouverte à *Festuca Eskia*, sur sol schisteux		34
73	Col de Régine (Pyr.-Or.)	1900 m, E	Eboulis schisteux, mobiles		34
175	Lac d'Aubert (Htes-Pyr.) (leg. R. Negre)	2200 m, SW	Groupement à *Festuca Eskia* et *Rhododendron ferrugineum*		34
176	Bords du Lacquet supérieur de Néouvieille (Htes-Pyr.) (leg. R. Negre)	1950 m, SW	Rhodoraie sur granit, avec *Pinus uncinata*		34
C. precatoria					
155	La Mongie (Htes-Pyr.)	1600 m, NW	Remblai en bordure de la route		34
166	Col des Paillères (Pyr.-Or.)	1950 m, S	Talus schisteux en bordure de la route		34
167	Col des Paillères (Pyr.-Or.)	1700 m, S	Talus schisteux en bordure de la route		34
C. cochleariifolia					
143	Cirque de Troumouse (Htes-Pyr.)	1850 m, WNW	Bords d'un ruisseau sur alluvions schisteuses		34
148	Cirque de Gavarnie (Htes-Pyr.)	2000 m, E	Graviers d'un torrent allant vers le cirque	17	
149	Col de Boucharo (Htes-Pyr.) dans la paroi du versant espagnol	2300 m, E	Rochers calcaires	17+ 2 B	34

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Continuation

154	Col du Tourmalet (Htes-Pyr.)	2100 m, W	Eboulis schisteux		34
C. ruscinonensis					
173	Sahorre (Pyr.-Or.)	800 m, W	Falaise de calcaire compact	17	
174	Col de la Descargues (Pyr.-Or.)	1200 m, W	Rochers schisteux	17	
179	Mines de Batère (Pyr.-Or.)	1100 m, SW	Rochers schisteux		34
180	Notre Dame de Consolation près Collioure (Pyr.-Or.)	420 m, W	Rochers schisteux		34
C. longisepala					
80 bis	Oris près Ripoll, Prov. Barcelone (Esp.)	500 m, S	Sables grossiers au pied d'une falaise calcaire		34
C. hispanica subsp. *catalanica*					
75	Col du Mantet (Pyr.-Or.)	1750 m, SE	Lande à *Genista purgans*		34
77	Col du Mantet (Pyr.-Or.)	1800 m, SE	Lande à *Genista purgans*	17	
80	Oris, Prov. Barcelone (Esp.)	500 m, S	Falaise calcaire		34
81	Entre Olot et Campredon, Prov. Gerona (Esp.)	800 m, SW	Talus schisteux		34
98	Las Lagunas près Vilaller, Prov. Huesca (Esp.)	1500 m, S	Chênaie à *Quercus petraea*		34
— subsp. *hispanica*					
74	Col du Mantet (Pyr.-Or.)	1200 m, SE	Eboulis schisteux	34	
78	Près de Puigcerda, Prov. Gerona (Esp.)	1050 m, S	Pelouse thermophile	34	
83	Col de Tosas, Prov. Gerona (Esp.)	1560 m, SE	Pelouse rocailleuse sur sol calcaire		68
146	Pene de Secugnat (Htes-Pyr.)	1900 m, S	Groupement d'éboulis calcaires à *Ononis Natrix*	34	
153	Barrage de la Tech près Aste (Htes-Pyr.)	1450 m, W	Pelouse rocailleuse sur sol calcaire	34	
171	Plà des Avellans près Mont-Louis (Pyr.-Or.)	1850 m, NW	Groupement de *Pinus uncinata*		68

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Continuation

C. rotundifolia

87	Plà communal près Vicdessos (Ariège)	1350 m, N	Nardaie sur granit	34	
90	Haute vallée du Rio Noguera Ribagorzana, Prov. Lerida (Esp.)	2000 m, E	Hêtraie claire		102
95	Haute vallée du Rio Noguera Ribagorzana, Prov. Lérida (Esp.)	2100 m, E	Pelouse humide avec *Erica Tetralix*	51	
96	Col de la Bonaiga Prov. Lérida (Esp.)	1850 m, S	Eboulis mobiles de calcaires cristallins	34	68
97	Col de la Bonaiga, Prov. Lérida (Esp.)	1300 m, S	Prairie sur alluvions	34	68
100	Forêt de Superbagnères (Hte-Gar.)	1300 m, E	Hêtraie sur schistes carburés	51+ B	
101	Route de Superbagnères (Hte-Gar.)	1380 m, E	Talus schisteux en bordure de la route forestière	51+ 3 B	102
102	Massif de Superbagnères (Hte-Gar.) (leg. J. Maero)	1400 m, S	Festucetum Eskiae, sur schistes carburés		102
103	Forêt de Superbagnères (Hte-Gar.)	1350 m, E	Hêtraie sur schistes tes carburés	51+ 5 B	
105	Granges d'Astau (Hte-Gar.)	1200 m, E	Pelouse très humide	51+ 3 B	
107	Bourg d'Oueil (Hte-Gar.)	1300 m, S	Prairie de fauche humide à *Arrhenatherum*	51+ 3—6 B	
140	Pont d'Espagne, près Cauterets (Htes-Pyr.)	1490 m, SE	Pelouse à *Nardus stricta*	34	68
141	Pont d'Espagne près Cauterets (Htes-Pyr.)	1500 m, SE	Groupement à *Abies pectinata*		68
144	Barrage des Gloriettes près Héas (Htes-Pyr.)	1300 m, E	Bord d'un torrent, schistes micacés		68
150	Col d'Aspin (Htes-Pyr.)	1350 m, WSW	Hêtraie-sapinière moussue		102
158	Rive du lac d'Oo (Hte-Gar.)	1600 m, SW	Hêtraie claire		102
159	Rive du lac d'Oo (Hte-Gar.)	1700 m, SW	Vaccinio-Festucetum		102
160	Granges d'Astau (Hte-Gar.)	1200 m, E	Pelouse très humide sur alluvions		102
161	Granges d'Astau (Hte-Gar.)	1100 m, E	Bord de rivière, pelouse humide	51	
162	Entre Biert et Massat (Ariège)	725 m, N	Remblai du bord de la route	34+ B	

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

163	Mounicou près Vicdessos (Ariège)	1150 m, NNW	Talus herbeux		68
164	Plà communal près Vicdessos (Ariège)	1350 m, N	Nardaie humide sur granite	34+ B	
165	Le Péré près Ascou (Ariège)	1400 m, S	Talus schisteux		68
168	Mont-Louis (Pyr.-Or.)	1150 m, S	Rochers calcaires		68
172	Joncet (Pyr.-Or.)	700 m, W	Chênaie à *Quercus petraea*	34	68
C. Scheuchzeri					
106	Lac de Sadagouaus (Hte-Gar.)	2000 m, S	Lambeaux de Festucetum Eskiae, sur schistes	34	
145	Vallée d'Ossoué (Htes-Pyr.)	1850 m, N	Festucetum Eskiae, sur schistes		68
147	Col de Boucharo (Htes-Pyr.)	2250 m, E	Pelouse sur sol schisteux		68
149	Cirque de Troumouse (Htes-Pyr.)	1800 m, WNW	Nardaie		68
150 bis	Col d'Aubisque (Pyr.-Atl.)	1700 m, SE	Callunaie, sur sol schisteux		68
151	Lac d'Ayous (Pyr.-Atl.)	1850 m, N	Nardaie humide, sur sol calcaire		68
152	Bious-Artigues (Pyr.-Atl.)	1350 m, N	Arrhenatheraie, sur alluvions acides	51	
157	Lac de Cap-de-Long (Htes-Pyr.)	2250 m, N	Rhodoraie d'ombraie, sur granite		68
169	Lac des Bouillouses (Pyr.-Or.)	2050 m, E	Groupement à *Pinus uncinata* et *Juniperus nana*		68
170	Lac des Bouillouses (Pyr.-Or.)	2050 m, E	Nardaie humide, sur granite		68
170 bis	Lac des Bouillouses (Pyr.-Or.)	2000 m, E	Nardaie humide, sur granite		68
177	Lac d'Aubert (Htes-Pyr.) (leg. R. Negre)	2000 m, SE	Rhodoraie, sur granite avec *F. Eskia*		68
178	Lac d'Aubert (Htes-Pyr.) (leg. R. Negre)	2200 m, SE	Rhodoraie avec *Carex curvula*, sur granite		68
C. ficarioides					
84	Pas de la Case (Ariège)	2090 m, W	Rhodoraie, sur granite	51+ 1 B	
84 bis	Port d'Envalira (Andorre)	2150 m, replat	Pelouse à *Festuca Eskia*, sur schistes ordoviciens	51+ 3 B	
85	Port d'Envalira (Andorre)	2150 m, replat	Pelouse à *Festuca Eskia*		102

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Discussion

Cette étude cytologique a permis de mettre en évidence ou de confirmer les points suivants.

1 — L'existence de trois niveaux de polyploïdie (2n, 4n, 6n) au sein du complexe *C. rotundifolia* L.

C. recta Dul.

Ce taxon diploïde dans les Pyrénées avec 2n = 34 chromosomes (fig. 4, n = 17) l'est également dans le reste de son aire comme l'attestent les comptages de Podlech & Dambolt 1964 effectués sur des plantes du Massif central. Hubac 1964 donne également 2n = 34 pour *C. lanceolata* Lap.: les échantillons examinés par cet auteur proviennent des Pyrénées centrales (Hautes-Pyrénées, lac d'Orédon) et peuvent être rapportés à *C. recta* sur la foi de la synonymie établie par Podlech 1965.

C. precatoria Timb.-Lagr.

Endémique des Pyrénées surtout orientales, ce taxon est diploïde (fig. 10). Podlech 1962 l'a également compté à 2n = 34 chromosomes (sub *C. loretiana* Wit.).

C. cochleariifolia Lam.

Ce taxon diploïde a été étudié par de nombreux auteurs (Böcher 1960, Mattick in Tischler 1950, Gutermann in Löve & Löve 1961, Bielawska 1964, Gadella 1962, 1964, Kovanda 1970a, 1970b). Toutefois aucune population pyrénéenne ne semble avoir fait l'objet de dénombrements chromosomiques. Les échantillons des quatre populations pyrénéennes étudiées sont également diploïdes (fig. 2, n = 17) et ne montrent pas de cas d'aneuploïdie comme ceux signalés par Gadella 1964 chez des plantes du Mont-Cenis.

C. ruscinonensis Timb.-Lagr.

Ce taxon endémique, strictement localisé dans quelques localités des Pyrénées orientales, est diploïde avec n = 17 chromosomes (fig. 7). Les comptages publiés par Podlech & Dambolt 1964 sont ainsi confirmés.

C. longisepala Podl.

Cette espèce, décrite par Podlech 1965, n'était connue que dans le Vaucluse. Elle a été retrouvée en Espagne dans des conditions stationelles qui paraissent très voisines. Selon Podlech le taxon est tétraploïde avec 2n = 68 chromosomes. La population espagnole est par contre diploïde (fig. 3).

C. hispanica Willk.

Böcher 1960 détermine pour la première fois le nombre zygotique de ce taxon: 2n = 68. Hubac 1962 et Podlech & Dambolt 1964 infirment le statut tétraploïde de l'espèce et comptent 2n = 34 chromosomes.

Podlech 1965 scinde l'espèce de Willkomm, sur la base de critères morphologiques, en deux sous espèces: *C. hispanica* subsp. *hispanica* et subsp. *catalanica*. Selon l'auteur toutes deux sont diploïdes.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Les échantillons pyrénéens que j'ai étudié se rattachent aux deux sous espèces. Cependant, tous les individus de *C. hispanica* ssp. *catalanica* sont diploïdes (fig. 5, 2n = 34), alors que ceux de subsp. *hispanica* sont tétraploïdes (fig. 6, 2n = 68).

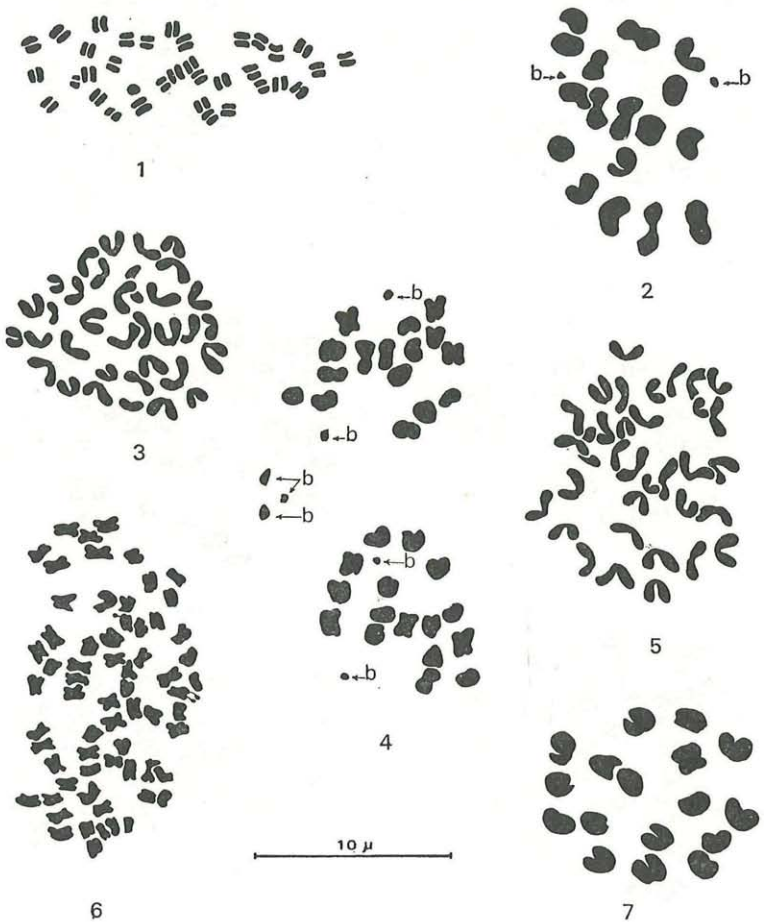


Fig. 1: *C. recta*, n° 25, endomitose dans un ovule, 2n = 34 diplochromosomes. — Fig. 2: *C. cochleariifolia*, n° 149, métaphase I, n = 17+2B. — Fig. 3: *C. longisepala*, n° 80 bis, métaphase somatique dans une pièce florale, 2n = 34. — Fig. 4: *C. recta*, n° 54, anaphase I, n = 17+3—4 B. — Fig. 5: *C. hispanica* subsp. *catalanica* n° 77, métaphase dans une pièce perianthaire, 2n = 34. — Fig. 6: *C. hispanica* subsp. *hispanica*, n° 171, métaphase dans un méristème radiculaire après 1 h 30 de traitement à l'alpha-bromo-naphtalène, 2n = 68. — Fig. 7: *C. ruscinonensis*, n° 173, métaphase I, n = 17.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

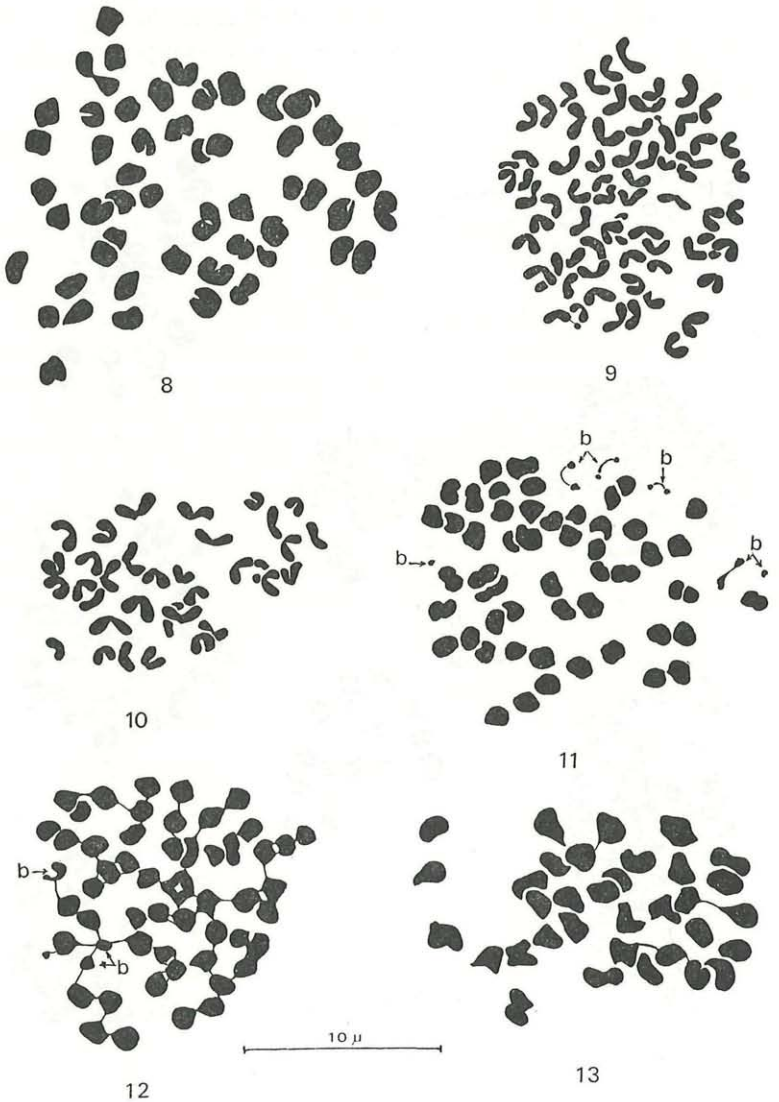


Fig. 8: *C. Scheuchzeri*, n° 152, métaphase I, n = 51. — Fig. 9: *C. Scheuchzeri*, n° 157, métaphase somatique dans une jeune pièce périanthaire, 2n = 68. — Fig. 10: *C. precatoria*, n° 166, métaphase somatique dans une étamine, 2n = 34. — Fig. 11: *C. rotundifolia*, n° 103, métaphase I, n = 51+5B. — Fig. 12: Fig. 12: *C. ficarioides*, n° 84 bis, métaphase I, n = 51+3B. — Fig. 13: *C. rotundifolia*, n° 172, métaphase I, n = 34.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

C. Scheuchzeri VILL.

De nombreux comptages (BÖCHER l. c., PODLECH & DAMBOLT 1964, GUTERMANN 1961, BIELAWSKA 1968, KOVANDA 1970a) attestent du statut tétraploïde du taxon. Toutefois PODLECH & DAMBOLT 1964 signalent des individus hexaploïdes dans les Abbruzes (à Majella).

Parmi les 12 populations pyrénéennes étudiées, 11 sont diploïdes (fig. 9, 2n = 68), la dernière, qui croît à basse altitude, est hexaploïde (fig. 8, n = 51).

C. ficarioides TIMB.-LAGR.

Cette campanule, endémique des Pyrénées, est hexaploïde avec 2n = 102 chromosomes comme l'avaient déjà signalé PODLECH & DAMBOLT 1964 (fig. 12, n = 51).

C. rotundifolia L.

Ce taxon est certainement celui qui, au sein de la sous-section *Heterophylla*, a suscité le plus de travaux de 1912 à nos jours. Sur une aire circumboréale, il présente quatre niveaux de polyploïdie: 2n = 34 (BÖCHER 1936, 1960, FLOVIK 1940, BÖCHER & LARSEN 1950, GUTERMANN in LÖVE & LÖVE 1961, HUBAC 1964, GADELLA 1962, 1964, LAANE 1968, KOVANDA 1966a, 1966b, 1970a, CONTANDRIOPOULOS 1966), 2n = 51 (KOVANDA 1966a, 1970a), 2n = 68 (BÖCHER l. c., ROHWEDER 1937, GUINOCHET 1942, VAARAMA in LÖVE & LÖVE 1948, BÖCHER & LARSEN l. c., LÖVE & LÖVE 1956, GUTERMANN l. c., PACKER 1964, CONTANDRIPOULOS l. c., GADELLA l. c., TAYLOR & BROCKMANN in BOLKOVSKIKH & coll. 1969, KOVANDA 1966a, 1966b, 1970a, BIELAWSKA 1964, 1968, LAANE 1968), 2n = 102 (HUBAC 1961, GADELLA 1962, 1964, KOVANDA 1970a).

De plus BÖCHER 1963 signale des individus aneuploïdes à 2n = 72 chromosomes dans les Alpes (à Termignon).

Les échantillons pyrénéens de *C. rotundifolia* récoltés au sein de 25 populations, sont soit tétraploïdes (fig. 13, n = 34), soit hexaploïdes: 2n = 102 chromosomes (fig. 11, n = 51). Aucune population diploïde n'a été mise en évidence.

2 — La grande homogénéité des caractères chromosomiques quel que soit le taxon ou le cytotype considéré.

Les chromosomes mesurent en effet de 1 à 2,6 μ avec de très faibles variations interspécifiques ou intercytotypiques. Ils sont en général isobrachiaux. Par ailleurs, la présence de deux micro-satellites (BATTAGLIA 1964) a été notée chez *C. recta*, *C. hispanica* subsp. *hispanica*, *C. Scheuchzeri* (4n), *C. rotundifolia* (4n et 6n) et *C. ficarioides*.

Dans ces conditions, l'établissement d'idiogrammes — d'ailleurs très difficile à réaliser du fait du grand nombre de chromosomes et de leur taille réduite — perd beaucoup de son intérêt. De tels idiogrammes ne seraient d'ailleurs pas comparables à ceux obtenus par d'autres auteurs dont les méthodes de traitement sont trés variées.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

3 — La présence de chromosomes B

Déjà mis en évidence chez *C. rotundifolia* (Böcher 1960, Gadella 1964, Kovanda 1970a) ils ont été retrouvés ici chez *C. recta* (fig. 4), *C. cochlearrifolia* (fig. 2), *C. Scheuchzeri* (4n), *C. rotundifolia* (fig. 11) et *C. ficarioides* (fig. 12).

Les principales caractéristiques de ces chromosomes B (Randolph 1928) sont les suivantes:

— leur taille, quoique variable, est toujours plus réduite que celle des chromosomes A.

— leur forme est subglobuleuse.

— leur nombre est variable d'individu à individu, de tissu à tissu, de cellule à cellule.

Ils sont rares au niveau des mitoses somatiques (*C. Scheuchzeri*). On les observe souvent en méiose mâle.

Lors de la métaphase hétérotypique, les éléments surnuméraires sont en général précocement divisés et situés à la périphérie (fig. 11) ou plus rarement inclus dans la plaque métaphasique. A l'anaphase I, la migration vers les pôles des éléments-fils est, semble-t-il, fonction de leur position lors du stade précédent. Dans quelques cas, une répartition régulière a été observée (fig. 4) mais le plus souvent elle a lieu au hasard. A ce stade, il est vraisemblable qu'un certain nombre de chromosomes B, situés hors des plaques, soient éliminés. Cependant, je n'ai pas observé, par la suite, de micronoyaux et de microcytes. En métaphase II, aucune division d'éléments surnuméraires n'a été notée. A ce stade, ils sont d'ailleurs moins nombreux et souvent inclus dans les plaques métaphasiques.

Du fait de leur taille, il est difficile de préciser la nature des chromosomes B ainsi que le reconnaissait déjà Böcher 1960.

Il faut noter enfin, que les chromosomes B sont présents à la fois chez les diploïdes et les polyploïdes mais avec une fréquence plus grande chez les seconds. Ceci rejoint les observations de Reese 1954 sur *Caltha palustris* L., celles de Favarger 1963 et Favarger & Villars 1965 sur *Leucanthemum vulgare* L.

4 — La présence d'endomitoses

Jusqu'alors reconnues chez le seul *C. rotundifolia* diploïde (Contandriopoulos 1967), des endomitoses ont été observées dans des cellules somatiques de très jeunes ovaires de *C. recta*. Les 34 diplo-chromosomes mesurent environ 1 μ (fig. 1).

5 — L'existence de liaisons supplémentaires entre chromosomes à la métaphase hétérotypique de certains polyploïdes

Lors de la métaphase I de *C. Scheuchzeri* (4n), *C. ficarioides* (fig. 12) et *C. rotundifolia* (4n et 6n) (fig. 13), on peut noter la présence de bivalents et de multivalents. Les uns et les autres se présentent alors rarement isolés sur la plaque métaphasique mais sont reliés par de fins tractus chromatiques.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

C. ficarioides constitue souvent un cas extrême où la quasi totalité des chromosomes est ainsi anastomosée.

Des figures semblables ont déjà été observées par BÖCHER chez *C. persicifolia* (1964) et *C. rotundifolia* (1960, 1966). Selon cet auteur de telles associations chromosomiques sont vraisemblablement dues à la présence d'inversions et de translocations mais aussi à des phénomènes particuliers d'adhérence (stickiness) qui ne sont pas encore clairement expliqués.

Conclusion

La chaîne pyrénéenne, orientée est-ouest, constitue un barrage géographique où de nombreuses campanules trouvent leur limite d'aire. Ce sont, venant du nord et de l'est: *C. recta*, *C. cochleariifolia*, *C. Scheuchzeri*, *C. rotundifolia*, venant du sud: *C. hispanica*.

Ce massif, riche en biotopes multiples, offre à ces taxons des chances de varier mais peut-être aussi de se maintenir et de coloniser des espaces neufs. C'est sans doute ce qui explique la présence des races chromosomiques nouvelles mises ici en évidence.

Le cytotype hexaploïde de *C. rotundifolia* connu çà et là dans l'aire totale du sippe tétraploïde [Puy-de-Dôme, Côte-d'Or, Seine-Maritime, Seine-et-Marne (HUBAC 1961, KOVANDA 1970a), Alaska, Angleterre, Tchécoslovaquie (GADELLA 1962, 1964)], se rencontre, en Pyrénées centrales, dans des biotopes où le pourcentage d'humidité et la teneur du sol en matière organique ont peut-être une signification particulière, qu'il reste à préciser.

L'unique population de *C. Scheuchzeri* hexaploïde connue jusqu'ici, colonise, pour sa part, un biotope situé à basse altitude pour le taxon (1350 m) et qui est d'origine anthropo-zoogène.

Quant à *C. hispanica*, diploïde aux basses altitudes d'Espagne, il n'est tétraploïde que dans ses stations de la chaîne principale (surtout sur versant nord). Sa migration à travers le massif pyrénéen se serait donc accompagnée de polyploïdisation.

Si les Pyrénées semblent constituer actuellement un centre de variation des campanules de la sous-section *Heterophylla*, elles ont été aussi un carrefour où se sont rencontrés divers taxons lors des grands déplacements floristiques: des endémiques, nées sans doute par allopolyploïdie (*C. ficarioides*) y sont actuellement répandues.

La chaîne pyrénéenne est aussi un refuge pour des taxons diploïdes, endémiques à aires très restreintes (*C. ruscinonensis*, *C. jaubertiana*), plus larges (*C. precatoria*) ou englobant même le Massif Central (*C. recta*).

Les Pyrénées se comportent donc pour les campanules de la sous-section *Heterophylla* à la fois comme un massif refuge, un foyer de néo et de paléoendémisme et un centre de variation ancien, récent et certainement actuel.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Résumé

Une étude cytologique des campanules de la sous-section *Heterophylla* (Wit.) Fed., dans les Pyrénées françaises et espagnoles a permis de confirmer les nombres chromosomiques suivants: *C. recta* Dul. (2n = 34), *C. precatoria* Timb.-Lagr. (2n = 34), *C. cochleariifolia* Lam. (2n = 34), *C. ruscinonensis* Timb.-Lagr. (2n = 34), *C. hispanica* subsp. *catalanica* Podl. (2n = 34), *C. rotundifolia* L. (2n = 68), *C. Scheuchzeri* Vill. (2n = 68), *C. ficarioides* Timb.-Lagr. (2n = 102). Plusieurs populations de *C. rotundifolia* sont hexaploïdes (2n = 102) dans les Pyrénées centrales. Une population de *C. Scheuchzeri* est également hexaploïde dans les Pyrénées occidentales. *C. hispanica* subsp. *hispanica* est tétraploïde dans ses stations du versant nord de la chaîne pyrénéenne. Par contre l'unique population de *C. longisepala* découverte en Espagne est diploïde (2n = 34).

Par ailleurs, l'étude apporte une contribution à la cytologie générale des campanules (endomitose, chromosomes B, associations chromosomiques supplémentaires).

Abstract

A cytological study of the subsection *Heterophylla* of the genus *Campanula* in the Pyrenees has been made. It has confirmed the chromosome numbers of *C. recta* Dul. (2n = 34), *C. cochleariifolia* Lam. (2n = 34), *C. ruscinonensis* Timb.-Lagr. (2n = 34), *C. precatoria* Timb.-Lagr. (2n = 34), *C. hispanica* subsp. *catalanica* Podl. (sn = 34), *C. ficarioides* Timb.-Lagr. (2n = 102). *C. rotundifolia* L. and *C. Scheuchzeri* Vill. have two cytotypes (2n = 68 and 2n = 102). All the mountains samples of *C. hispanica* subsp. *hispanica* are tetraploïds (2n = 68). The alone population of *C. longisepala* which has been found in Spain, is diploïd (2n = 34).

Besides, a contribution to the general cytology of *Campanula* (endomitosis, B chromosomes, chromosome connections) is given.

Zusammenfassung

Mehrere Sippen von *Campanula* subsect. *Heterophylla* (Wit.) Fed. aus den französischen und spanischen Pyrenäen wurden zytologisch untersucht, wobei sich die folgenden Chromosomenzahlen bestätigen ließen: *C. recta* Dul. (2n = 34), *C. precatoria* Timb.-Lagr. (2n = 34), *C. cochleariifolia* Lam. (2n = 34), *C. ruscinonensis* Timb.-Lagr. (2n = 34), *C. hispanica* Willk. subsp. *catalanica* Podl. (2n = 34), *C. rotundifolia* L. (2n = 68), *C. Scheuchzeri* Vill. (2n = 68), *C. ficarioides* Timb.-Lagr. (2n = 102). Mehrere Populationen von *C. rotundifolia* L. der Zentralpyrenäen erwiesen sich als hexaploid (2n = 102), ebenso auch eine Population von *C. Scheuchzeri* Vill. der Westpyrenäen. Diese beiden Arten haben also zwei Cytotypen (2n = 68, 2n = 102). *C. hispanica* Willk. subsp. *hispanica* der Pyrenäen-

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Nordhänge ist mit 2n = 68 tetraploid. Die einzige in Spanien gefundene Population von *C. longisepala* Podl. hatte die diploide Chromosomenzahl 2n = 34.

Außerdem ergaben sich noch Beiträge zur allgemeinen Zytologie von *Campanula* (Endomitose, B-Chromosomen, zusätzliche Chromosomenvereine).

References bibliographiques

Battaglia E. 1964. Cytogenetic of B-chromosomes. — Caryologia 17: 245—299.

Bielawska H. 1964. Cytogenetic relationships between lowland and montane species of *Campanula rotundifolia* L. group. I. *C. cochleariifolia* Lam. and *C. rotundifolia* L. — Acta Soc. Bot. Polon. 33: 15—44.

— 1968. Cytogenetic relationships between lowland and montane species of *Campanula rotundifolia* L. group. II. Tetraploid *C. rotundifolia* L. s. str. as well as *C. polymorpha* Witasek and *C. Scheuchzeri* Vill. from Poland. — Acta Soc. Bot. Polon. 37: 261—296.

Böcher T. W. 1936. Cytological studies on *Campanula rotundifolia*. — Hereditas 22: 269—277.

— 1960. Experimental and cytological studies on plant species. V. The *Campanula rotundifolia* complex. — Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk. 11 (4): 1—69.

— 1963. A cytologically deviating west-alpine *Campanula* of the *Campanula rotundifolia* group. — Bot. Not. 116 (2): 113—120.

— 1964. Chromosome connections and aberrations in the *Campanula persicifolia* group. — Svensk. Bot. Tidskr. 58 (1): 1—17.

— 1966. Experimental and cytological studies on plant species. XI. North Atlantic tetraploids of the *Campanula rotundifolia* complex. — Ann. Bot. Fenn. 3 (3): 287—298.

— & Larsen K. 1950. Chromosome numbers of some arctic or boreal flowering plants. — Medd. om Gronl. 147 (6): 1—32.

Boissier E. 1875. Flora Orientalis III: 893—945. — Geneva and Basel.

Bolkhovskikh Z., Grif V., Matvejena T. & Zakharyena O. 1969. Chromosome numbers of flowering plants — public. Acad. Sc. USSR, V. L. Komarov Bot. Inst., An. A. Fedorov (ed)., 926 p. — Leningrad.

Candolle A. P. de 1830. Monographie des Campanulacées. — Paris.

Contandriopoulos J. 1966. Contribution à l'étude cytotaxinomique des Campanulacées de Grèce. — Bull. Soc. bot. Fr. 113: 453—494.

— 1967. Y a t-il un rapport entre les phénomènes d'entomitose et de polyploïdie. — Ann. Fac. Sc. Marseille, 39: 89—91.

Favarger C. 1963. Sur la présence de chromosomes B dans l'espèce collective *Chrysanthemum Leucanthemum* L. — Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat. 86: 101—106.

— & Villars M. 1965. Nouvelles recherches cytotaxinomiques sur *Chrysanthemum Leucanthemum* L. sens. lat. — Ber. schweiz. bot. Ges. 75: 57—79.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

FEDOROV A. A. 1957. *Campanulaceae*, in Fl. URSS 24: 126—450.

FLOVIK. 1940. Chromosome numbers and polyploidy within the flora of Spitzbergen. — Hereditas 26: 430—440.

GADELLA T. W. J. 1962. Some cytological observations in the genus *Campanula*. — Proc. Roy. Neth. Acad. Sci. ser. C 65: 269—278.

— 1963. Some cytological observations in the genus *Campanula* — II. — Proc. Roy. Neth. Acad. Sci. ser. C 66: 270—283.

— 1964. Cytotaxonomic studies in the genus *Campanula*. — Wentia 11: 1—104.

GESLOT A. 1971. Contribution à l'ètude cytotaxinomique de *Campanula recta* DUL., *C. Scheuchzeri* VILL., et *C. ficarioides* TIMB.-LAGR. en Pyrénées centrales et orientales. — Coll. interdisc. mil. nat. suprafor. mont. bas. occid. Med. 5 et 6 Février 1971 — Perpignan.

— 1971. Des *Campanula* gr. *rotundifolia* L. dans les Pyrénées (caryologie, palynologie, morphologie). Thèse de doctorat de spécialité. 120 p. 10 pl. 9 cartes. — Marseille.

— & MEDUS J. 1971. Morphologie pollinique et nombre chromosomique dans la sous-section *Heterophylla* (WIT.) FED. du genre *Campanula* L. — Can. J. Genet. Cytol. 13: 888—894.

GUINOCHET M. 1942. Recherches de taxonomie expérimentale sur la flore des Alpes et de la Région méditerranéenne occidentale. Sur quelques formes de *Campanula rotundifolia* L. s. 1. — Bull. Soc. bot. Fr. 89: 70—75, 153—156.

— 1955. Logique et dynamique du peuplement végétal. 143 p. — Paris.

HUBAC J. M. 1961. Etude morphologique et cytologique d'une forme hexaploïde du *Campanula rotundifolia* L. s. 1. du Massif central. — Bull. Soc. bot. Fr. 108: 16—17.

— 1962. Caryologie et taxonomie expérimentale des *Campanula* sect. *Eucodon* D. C.; état actuel de la question et recherches en cours. — Rev. Cyt. Biol. Veg. 25 (3—4): 361—366.

— 1964. Application de la taxinomie de Wraclaw (technique des dendrites) à quelques populations du *Campanula rotundifolia* L. s. 1., et utilisation de cette technique pour l'établissement des clés de détermination. — Bull. Soc. bot. Fr. 111: 331—346.

KOVANDA M. 1966a. Some chromosome counts in the *Campanula rotundifolia* complex. — Preslia 38: 48—52.

— 1966b. Some chromosome counts in the *Campanula rotundifolia* complex. — II. — Folia geobot. phytotax. 1: 268—273.

— 1970a. Polyploidy and variation in the *Campanula rotundifolia* complex. Part. I. (General). — Rozpr. čs. Akad. Věd. Praha ser. math.-natur. 80 (2): 1—95.

— 1970b. Polyploidy and variation in the *Campanula rotundifolia* complex. Part II (Taxonomic) I. Revision of the group *saxicolae*, *lanceolatae* and *alpicolae* in Czechoslovakia and adjacent region. — Folia geobot. phytotax. Praha 5: 171—208.

LAANE M. M. 1968. Cyto-ecological studies in Norwegian *Campanula* species. — Bot. Tidsskr. 63: 319—341.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Löve A. & Löve D. 1948. Chromosome numbers of Northern plant species. — Icel. Univ. Inst. Appl. Sci. Dept. Agric. Rep. B, 3: 1—131.

— — 1956. Cytotaxonomical conspectus of the Iceland flora. — Acta Horti Gotob. 20: 65—291.

— — 1961. Chromosome numbers of central and northwest european plant species. — Opera Botanica 5: 326.

Nyman C. F. 1878—1882. Conspectus Florae Europaeae. — Örebro.

Packer J. G. 1964. Chromosome numbers and taxonomic notes on western canadian and artic plants. — Canad. J. Bot. 42: 473—494.

Podlech D. 1962. Beitrag zur Kenntnis der Subsektion *Heterophylla* (Witas.) Fed. der Gattung *Campanula* L. — Ber. dtsch. bot. Ges. 75: 237—244.

— 1965. Revision der europäischen und nordafrikanischen Vertreter der Subsect. *Heterophylla* (Wit.) Fed. der Gattung *Campanula* L. — Feddes Repert. 71: 50—187.

— & Dambolt J. 1964. Zytotaxonomische Beiträge zur Kenntnis der Campanulaceen in Europa. — Ber. dtsch. bot. Ges. 76: 360—369.

Randolph L. F. 1928. Types of supernumerary chromosomes in Maize (Abstract). — Anat. Rec. 41: 102.

Reese G. 1958. Euploïdie, Aneuploidie und B Chromosomen in Maize. — Genetics 26: 608—631.

Rohweder H. 1937. Versuch zur Erfassung der mengenmäßigen Bedeckung des Darss und Zingst. — Planta 27: 501—549.

Tischler J. 1950. Die Chromosomenzahlen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. — 's Gravenhage.

Willkomm M. & Lange J. 1870. Prodromus florae Hispanicae II. — Stuttgartiae.

Witasek J. 1902. Ein Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Campanula*. — Abh. zool. bot. Ges. Wien 1 (3): 1—106.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1973

Band/Volume: 15_1_2

Autor(en)/Author(s): Geslot Alain

Artikel/Article: Contribution à l'étude cytotaxonomique de Campanula rotundifolia dans les Pyrénnées françaises et espagnoles. 127-143