

CONTRIBUTION A L'ETUDE CYTOTAXONOMIQUE DES CAMPANULACEAE DU MAROC

Juliette CONTANDRIOPOULOS¹, Claude FAVARGER²
et Nicole GALLAND²

ملخص

جولييت كونطا ندرپوبولوس، كلود فافارجي ونيكول كالان

مساهمة في دراسة التصنيف الخلوي لفصيلة Campanulaceae بالمغرب. يتعرض الكتاب من زاوية التصنيف الخلوي لدراسة 45 مجموعة مغربية جديدة تمثل 8 أنواع من فصيلة Campanulaceae وذلك تكميلاً لأبحاث أحدهم (كونطادريوبولوس 1981) حول نفس الفصيلة بإفريقيا الشمالية. لأول مرة يعطي عدد الكروموزومات لك من : *C. velata*, *C. embergeri*, *Campanula filicaulis*، كما يبرهن على وجود ظواهر الكروموزومات عند *aneuploidie* و *C. embergeri*, *dysploïdie* *C. filicaulis*, *Campanula mollis*, *Trachelium caeruleum* فيما يخص هذا النوع الأخير، عدم الاستقرار الكروموزومي ترافقه تغيرات الأوصاف المرفولوجية. من جهة أخرى تناقش الرتبة في سلم التصنيف لعدد من الأنواع على ضوء نتائج بحث حول الخلايا.

RÉSUMÉ

Poursuivant les travaux de l'un d'entre eux (CONTANDRIOPOULOS 1981) sur les Campanulacées d'Afrique du Nord, les auteurs ont étudié, sous l'angle cytotaxonomique, 45 nouvelles populations marocaines représentant 8 espèces. Le nombre chromosomique de *Campanula atlantis*, *C. embergeri* et *C. velata* est rapporté ici pour la première fois. Des phénomènes de dysploïdie ou d'aneuploïdie ont été mis en évidence chez *Trachelium caeruleum*, *Campanula mollis* et *C. filicaulis*. Chez ce dernier, l'instabilité chromosomique s'accompagne d'une très grande variabilité morphologique. La position systématique d'un certain nombre d'espèces est discutée à la lumière des résultats cytologiques.

SUMMARY

Cytotaxonomic study of Campanulaceae in Morocco. In the present work which enlarges CONTANDRIOPOULOS' paper (1981) on the Campanulaceae of Morocco, forty five further populations belonging to eight species have been cytologically investigated. A first report of a chromosome number has been given for *Campanula atlantis*, *embergeri* and *velata*. The presence of two basic chromosome numbers has been detected in *Trachelium caeruleum* ($x=17$ and 16) and in *Campanula mollis* and in *C. filicaulis* ($x=12$ and 13). Further dysploidy or aneuploidy characterizes some polyploid populations of the last two species. In the group of *Campanula filicaulis*, the unsteadiness of chromosome number is going with a great morphological variability. The affinities of some species have been discussed in the light of caryological findings.

La famille des Campanulaceae et le genre *Campanula* en particulier ont fait l'objet de nombreuses recherches cytotaxonomiques par l'une d'entre nous (CONTANDRIOPOULOS 1964, 1966, 1970, 1972, 1976, 1980, 1981 et CONTANDRIOPOULOS et al., 1971) principalement dans le bassin méditerranéen oriental, le Proche et le Moyen-Orient. De délicats problèmes de spéciation et d'évolu-

¹ Laboratoire de Cytotaxonomie végétale, Université de Provence, Centre de Saint-Charles, 3, Pl. Victor Hugo, F-13331 Marseille Cedex 3. (FRANCE).

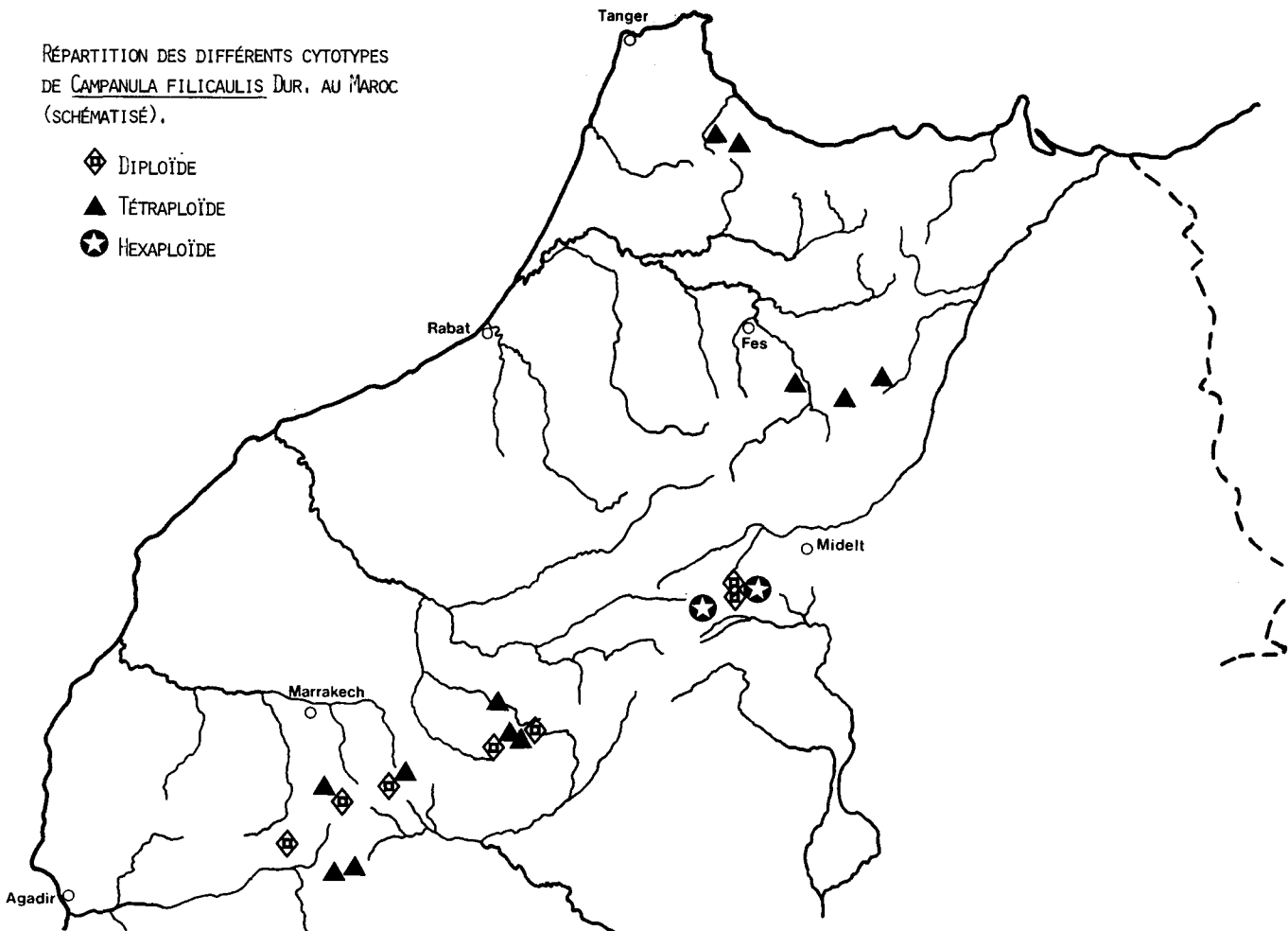
² Institut de Botanique, Université de Neuchâtel, 22 Chemin de Chantemerle, CH-2000 Neuchâtel (SUISSE).

tion se sont posés. Il convenait donc d'étendre nos recherches à l'ensemble des Campanulacées du bassin méditerranéen afin de clarifier quelque peu l'histoire et les relations phylétiques des représentants de la famille et tout spécialement celles du genre *Campanula*.

Au cours d'une première prospection sur des plantes nord-africaines en Algérie et dans le nord du Maroc (CONTANDRIOPOULOS 1981), nous avons constaté que le genre *Campanula*, bien que peu représenté dans ces régions avec ses 23 à 24 espèces, formait cependant un groupe fort complexe. Déjà, dans sa monographie des Campanulacées d'Afrique du Nord, QUEZEL (1953) avait montré l'étonnante diversification intraspécifique de la plupart des campanules, diversification morphologique associée chez certaines d'entre elles à des variations de nombres chromosomiques (*Campanula mollis*, *C. filicaulis*, Quezel 1957, CONTANDRIOPOULOS 1981). Il nous a donc paru intéressant d'intégrer ces premiers résultats dans un cadre plus large en étudiant autant que possible différentes populations d'une même espèce.

Nous avons pu réaliser en juillet 1981, grâce à une subvention du C.N.R.S. (France, J. Contandriopoulos) et de la Fondation J.-M. Aubert (Suisse, C. Favarger et N. Galland), une mission dans le Haut Atlas afin d'étudier sur place et de récolter le matériel nécessaire à la poursuite de nos travaux.

RÉPARTITION DES DIFFÉRENTS CYTOTYPES DE *CAMPANULA FILICAULIS* DUR. AU MAROC (SCHÉMATISÉ).



MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les plantes qui ont servi à nos recherches ont été:

- soit fixées directement sur le terrain (boutons floraux pour l'étude de la méiose ou des mitoses somatiques de l'ovaire)
- soit transportées vivantes et cultivées au Jardin botanique de Neuchâtel
- enfin, des graines ont été mises à germer au laboratoire.

Cela nous a permis de compter aussi le nombre chromosomique somatique sur des apex radiculaires provenant de la germination des graines ou bien de plantes en culture. Dans ces cas, nous avons souvent effectué, avant la fixation, un prétraitement à l' α -monobromonaphtalène. Le matériel fixé à l'alcool acétique (4/1) a été conservé au congélateur à -18° . La technique de coloration utilisée a été celle -classique- des écrasements au carmin acétique.

Des boutons floraux avaient été précédemment fixés sur le terrain par A. CAUWET (1972), C. FAVARGER (1976) et N. GALLAND (1978).

Les déterminations ont été vérifiées à l'aide des herbiers de Maire et de Sauvage déposés à l'Institut de Botanique de Montpellier. L'herbier du Conservatoire botanique de Genève a également mis à notre disposition un certain nombre d'exsiccata.

Les témoins de nos récoltes sont conservés dans nos herbiers déposés au Laboratoire de cytotoxicologie végétale de l'Université de Provence à Marseille (centre de Saint-Charles) et à l'Institut de Botanique de Neuchâtel.

Le tableau I résume l'ensemble de nos résultats se rapportant aux genres *Trachelium*, *Feeria* *Campanula*, ce dernier étant classé selon les sous-genres reconnus par DAMBOLDT (1976, 1978).

DISCUSSION DES RÉSULTATS

GENRE *TRACHELIUM*

Trachelium caeruleum L. croît toujours dans des lieux humides et sur des rochers suintants. Son aire de répartition se situe en Méditerranée occidentale: Espagne, Maroc, Algérie, Italie¹ et Sicile. Dans cette île, il est représenté (du moins les populations spontanées) par le subsp. *lanceolatum* (Guss.) Arcangeli = *Trachelium lanceolatum* Guss.

Dans deux stations marocaines, nous avons mis en évidence un nombre chromosomique de $2n=34$, confirmant ainsi un comptage de LOVE & QJELLQVIST (1974) pour l'Espagne (Sierra de Cazorla). Cependant, dans une troisième localité marocaine, nous avons très clairement compté $n = 16$ sur des méioses, nombre que nous avons retrouvé sur du matériel récolté à la Sierra de Cazorla en 1980. Il y aurait donc dysploïdie chez ce taxon et les deux races semblent être sympatriques, en Espagne tout au moins.

L'observation des figures de méiose (métaphases I et anaphases I) des plantes à $n = 16$ montre un chromosome sensiblement plus grand que des autres alors que dans les divisions des individus à $n = 17$, tous les chromosomes présentent une taille comparable. S'agit-il, pour les taxons à $n = 16$, d'un phénomène de fusion ? cela nous paraît probable. Notons encore que la méiose semblait parfaitement normale chez les individus à $n = 16$ et que nous n'avons pas pu observer de différences morphologiques significatives entre les deux cytotypes.

1 : Il est difficile de savoir s'il existe des populations spontanées de *Trachelium caeruleum* subsp. *caeruleum* en Italie et en Sicile. Selon PIGNATTI (1982) ce taxon serait toujours échappé de cultures sur le territoire italien.

Il n'est pas dépourvu d'intérêt de constater qu'une dysploïdie intraspécifique du même type ($2n = 34$ et $2n = 32$) s'est présentée chez une espèce de la Méditerranée orientale; *Diosphaera rumeliana* (Hampe) Bornm. (CONTANDRIOPOULOS 1964, 1966). Or, ainsi que nous le verrons ci-après, le genre *Trachelium* de la méditerranée occidentale, réduit à une ou deux espèces, est proche de l'ancien genre *Tracheliopsis* ou *Diosphaera* de la Méditerranée orientale et du Proche Orient, dont DAMBOLDT (1976) a fait sa section *Tracheliopsis* du genre *Campanula*. Comme tous les *Diosphaera* ou *Tracheliopsis* étudiés jusqu'ici ont $2n = 34$, sauf la population du Falakron de *D. rumeliana* étudiée par l'un de nous (CONTANDRIOPOULOS 1966), nous nous croyons autorisés à dire que le nombre $2n = 32$ dérive par dysploïdie descendante de $2n = 34$, et cela aussi bien chez *Trachelium caeruleum* que chez *Diosphaera rumeliana*.

GENRE *FEERIA*

Feeria angustifolia (Schousboe) Buser est le représentant du genre monospécifique *Feeria*, endémique du Maroc, localisé principalement dans le Moyen et le Haut Atlas où il croît entre 900 et 1 500 m sur des rochers calcaires suintants ou temporairement humides. Son nombre chromosomique est de $2n = 34$.

Primitivement rattaché au genre *Trachelium* par SCHOUSBOE (1800), *T. angustifolium* a été élevé au rang générique par BUSER (1894) en raison des caractères du fruit: la capsule s'ouvre par 3 valves apicales alors que dans le genre *Trachelium*, la déhiscence est basipore. Des caractères secondaires, étudiés par BUSER, éloignent encore cette plante du genre *Trachelium* (corolle tubuleuse seulement dans la partie inférieure, s'élargissant en entonnoir sous les lobes, étamines très allongées, style se terminant en massue et non en tête, couleur bleu pâle des fleurs et non violet foncé). C'est pour ces raisons que BUSER a créé le genre *Feeria* qu'il avait transféré dans la tribu des Jasionées aux côtés du genre *Jasione* dont la capsule s'ouvre par 2 valves apicales et dont les fleurs sont également bleu pâle. Cependant, ces deux genres diffèrent profondément l'un de l'autre par les étamines qui sont connées chez les *Jasione* et libres chez *Feeria angustifolia*.

DAMBOLDT (1976), discutant de la place qu'il convient d'attribuer aux genres *Trachelium* et *Feeria* au sein des Campanulacées, les maintient dans la tribu des Campanulées non loin des campanules formant la section *Tracheliopsis* (Buser) Damboldt. Cet auteur groupe dans cette section des espèces du Proche Orient qui avaient été rattachées primitivement aux genres *Trachelium*, *Tracheliopsis* et *Diosphaera*. Il estime que les différences morphologiques et caryologiques ne justifient pas pour celles-ci de séparations génériques. Cependant, pour les plantes de la Méditerranée occidentale, *Trachelium caeruleum* et *Feeria angustifolia*, il reconnaît leur rang générique: "The species of the genera *Trachelium* and *Feeria* may have evolved from this group through adaptation and more specialised pollinators, though showing more distinct characters which justify a generic separation from *Campanula*".

Sur le plan caryologique, c'est également avec les espèces de la section *Tracheliopsis* du genre *Campanula* que *Trachelium caeruleum* et *Feeria angustifolia* ont le plus d'affinités puisque toutes ces espèces ont un même nombre chromosomique de base $1x = 17$ (CONTANDRIOPOULOS 1964, 1966).

1: Une seule population de *Diosphaera rumeliana* (Hampe) Bornm. (= *Trachelium rumelianum* Hampe), celle du Mt Falakron, possède $2n = 32$ (voir ci-dessus). Signalons à ce propos que la référence de MOORE (1982) relative aux nombres de chromosomes des *Trachelium rumelianum* et *asperuloides* (à savoir: DAMBOLDT Taxon, 1964) est inexacte. DAMBOLDT (1968) n'a pas fait de comptages sur ces deux taxons, mais mentionne les numérations de CONTANDRIOPOULOS (1964, 1966). Les indications géographiques rapportées par cet auteur ne sont pas exactes elles non plus. Les deux populations de *Diosphaera rumeliana* ont été récoltées, la première près de Hagios Dionysos dans le massif de l'Olympe, et la deuxième au Mt Falakron (et non pas au Mt Athos!).

CYTOTAXONOMIE DES CAMPANULACEAE DU MAROC

TABLEAU : 1

TAXON	Témoïn ¹	n	2n	PROVENANCE ²
<i>Trachelium caeruleum</i> L.	J.C. 81.706	16	32	HA or., à l'E du Rhat, entre Iguelouene et Abachkou, rochers marneux, 1700 m.
	J.C. 81.447		34	HA centr., vallée de l'Ourika, suintement vers 1200 m.
	J.C. 81.444	17	34	HA centr., rochers humides entre Asni et Imlil, 1450 m.
		16		ESPAGNE, Prov. de Jaén, Sierra de Cazorla, rochers calcaires entre Cazorla et le Parador.
			34	ESPAGNE, Prov. de Jaén, Sierra de Cazorla, Pantano del Tranco (LOVE & KJELLQVIST 1974).
<i>Feeria angustifolia</i> (Schousb.) Buser	J.C. 81.397		34	HA or., massif du Rhat, Abachkou, rochers, 1700 m.
<i>Campanula</i> s-genre <i>Campanula</i>				
<i>Campanula atlantis</i> Gatt., Maire & Weiller	J.C. 81.395		24	HA or., massif du Rhat, extrémité NE, 2700 m.
<i>Campanula embergeri</i> Lit. & Maire subsp. <i>embergeri</i>	J.C. 81.422	14	28,29	HA occ., massif du Tichka, Tizi-n-Targa, 2850 m.
	NEU. 79.37		28	HA occ., Igdad, caillasse, 2800 m.
	NEU. 78.1399		28	HA occ., Igdad, caillasse, 2900 m.
	NEU. 79.21	14	28+B	HA occ., Igdad, caillasse, 3150 m.
<i>Campanula filicaulis</i> Dur. var. <i>filicaulis</i>	J.C. 81.417		26	HA centr., versant S du Tizi-n-Test, source, 1720 m.
	J.C. 76.03		24	HA centr., Toubkal, près du Refuge Neltner, 3200 m, (CONTANDRIOPOULOS 1981).
	J.C. 72.31		24	HA centr., Tizi-n-Fedhrat, 2000 m, leg. CAUWET (CONTANDRIOPOULOS 1981).
	J.C. 81.387		24	HA or., massif du Rhat, vers le Tizi-n-Tighist, suintement, 2000 m.
	NEU. 81.646		24	HA or., massif du Rhat, plateau au N de la chaîne sommitale, 2700 m.
	J.C. 76.05		24	HA or., Djebel Ahrabout, 2200 m (CONTANDRIOPOULOS 1981)
	N.G. 79.242		24	HA or., versant NE du Taarbat, massif de l'Ayachi, 2780 m.
	NEU. 79.1230		24,26	HA or., versant NE du Taarbat, massif de l'Ayachi, 2780 m.
	NEU. 79.1151		48	MA, Lac Aguelmane de Sidi Ali, col du Zad, caillasse, 1900 m.
	NEU. 79.1384	24	48+B	MA, Tichchoukt, versant W, caillasse, 2520 m.
	NEU. 79.1276		48,50, 52+B	MA, col entre le Bou Iblane et le Moussa ou Salah, caillasse, 2570 m.
	J.C. 81.439	24+2B		HA centr., massif du Toubkal, piste du Tizi-n-Mezzik, au-dessus d'Imlil, 1940 m.
	J.C. 81.428	26	52+B	HA centr., massif du Siroua, gorges vers 2350 m.
	J.C. 81.432	24,25+B		HA centr., massif du Siroua, pied du Foudrar, 2200 m.
	J.C. 81.435	24,25+B	48,50, 52+B	HA centr., massif du Siroua, marnes, 2450 m.
	J.C. 81.426		48,50	HA centr., Tizi-n-Tichka, Tazougerte, suintement, 1240 m.
	J.C. 81.367		48+B	HA or., Ighzdís, rocaille en bordure de la route des Aït bou Guemez, 1800 m.
	J.C. 81.414		48	HA or., sous le refuge de Tamba, route des Aït bou Guemez, 2250 m.
	J.C. 81.392		52	HA or., massif du Rhat, à proximité du Tizi-n-Tighist, 2200 m.
	J.C. 81.394	24,25	48	HA or., massif du Rhat, col du Tizi-n-Tighist, 2340 m.
NEU. 81.626		48	HA or., massif du Rhat, col du Tizi-n-Tighist, 2350 m.	
J.C. 81.401	24+4B		HA or., massif du M'Goun, gorges de l'Acif-n-Arous à Aït Saïd, pelouse rase, 2100 m.	
J.C. 81.407		52,53+B	HA or., massif du M'Goun, col du J. Tarkeddid, parmi les xérophytes épineux, 3100 m.	
var. <i>gomarica</i> F.O.	NEU. 79.1409		48,50	R, au-dessus de Chechaouen, rocailles, 1650 m.
	J.C. 76.02		48	R, J. Kraa, sommet, 2170 m.
var. <i>gattefossei</i> (Maire & Weiller) Qz	J.C. 81.376		48,52	HA or., Iguelouene, 3 km avant Abachkou, rochers suintants et prairies humides, 1700 m.
	NEU. 79.1171	36	72	HA or., Masker, versant E, 2200 m.
	NEU. 79.1234		72	HA or., versant N du Taarbat, massif de l'Ayachi, 2440 m.

TABLEAU : 1 (suite)

TAXON	Témoïn ¹	n	2n	PROVENANCE ²
<i>Campanula mollis</i> L. var. <i>rifana</i> Emb. & Maire	J.C. 76.01	25,26	46,48 50,52	R, callitraie dans une gorge au-dessus de Talembote, (CONTANDRIOPOULOS 1981).
	J.C. 76.02	24	48	R., J. Kraa, vers 2100 m (CONTANDRIOPOULOS 1981).
<i>Campanula trachelium</i> L. subsp. <i>mauritanica</i> ?	J.C. 72.65		34	MA, forêt de Jaba au N d'Ifrane, leg. CAUWET (CONTANDRIOPOULOS 1981).
subsp. <i>mauritanica</i> (Pomel) Qz var. <i>hirta</i> Qz	J.C. 81.445		34	HA centr., entre Asni et Imlil, argiles suintantes au bord de la route, 1400 m.
<i>Campanula velata</i> Pomel subsp. <i>mesatlantica</i> (Lit. & Maire) QZ	NEU. 79.1369	13	26	MA, Tichchoukt, versant N, petite arête rocheuse, 2680 m.
<i>Campanula</i> s-genre <i>Rapunculus</i> (Fourr.) Charadze				
<i>Campanula rapunculus</i> L. var. <i>hirta</i> Ten.	J.C. 72.02	10		Tanger, leg. CAUWET (CONTANDRIOPOULOS 1981).
	J.C. 72.08	10	20	Entre Rabat et Larache. leg. CAUWET (CONTANDRIOPOULOS 1981).
<i>Campanula mairei</i> Pau var. <i>flahautiana</i> Emb.	J.C. 81.371	17	34	HA or., près du refuge de Tamba, sur calcaires et schistes qui se délitent en alternance avec des couches de marnes suintantes, vers 1900 m.
	J.C. 81.372	17		Idem.
	J.C. 81.415		34	HA or., sous le refuge de Tamba, 1950 m.
var. <i>atlantica</i> (Jah. & Maire) Maire	J.C. 81.419		34	HA occ., flanc S du Tichka, sur calcaire, 2900 m.
	J.C. 81.420		34	Idem.
	N.G. 78.17	17		HA occ., Igdat, bord de ruisseau, 3000 m.
	J.C. 81.421		34	HA centr., gorges au-dessous du refuge Lepiney, 2450 m.
	J.C. 72.38	17		HA or., J. Aïoui, 2000 m, leg. CAUWET (CONTANDRIOPOULOS 1981).
var. <i>anremerica</i> Lit. & Maire	J.C. 76.06		34	HA centr., Toubkal, xérophytes épineux au-dessus du refuge Neltner (CONTANDRIOPOULOS 1981).
	J.C. 81.411	17		HA or., massif du M'Goun, flanc N vers 3250 m.
	J.C. 81.410	17	34	HA or., massif du M'Goun, col du J. Tarkeddid, fissures de rocher, 3400 m.
	NEU. 79.1156		34	HA or., versant W du Masker, gorges au S d'Assaka, rocher, 1990 m.
<i>Campanula mairei</i> Pau var. <i>tenera</i> Emb. & Maire	J.C. 76.04		34	HA or., Ayachi, pentes N, 2950 m (CONTANDRIOPOULOS 1981)
<i>Campanula</i> s-genre <i>Megalocalyx</i> Damboldt				
<i>Campanula dichotoma</i> L. subsp. <i>afra</i> (Cav.) Maire	J.C. 70.07		24	Entre Tanger et Larache sur le bord de la route, leg. CAUWET (CONTANDRIOPOULOS 1981).

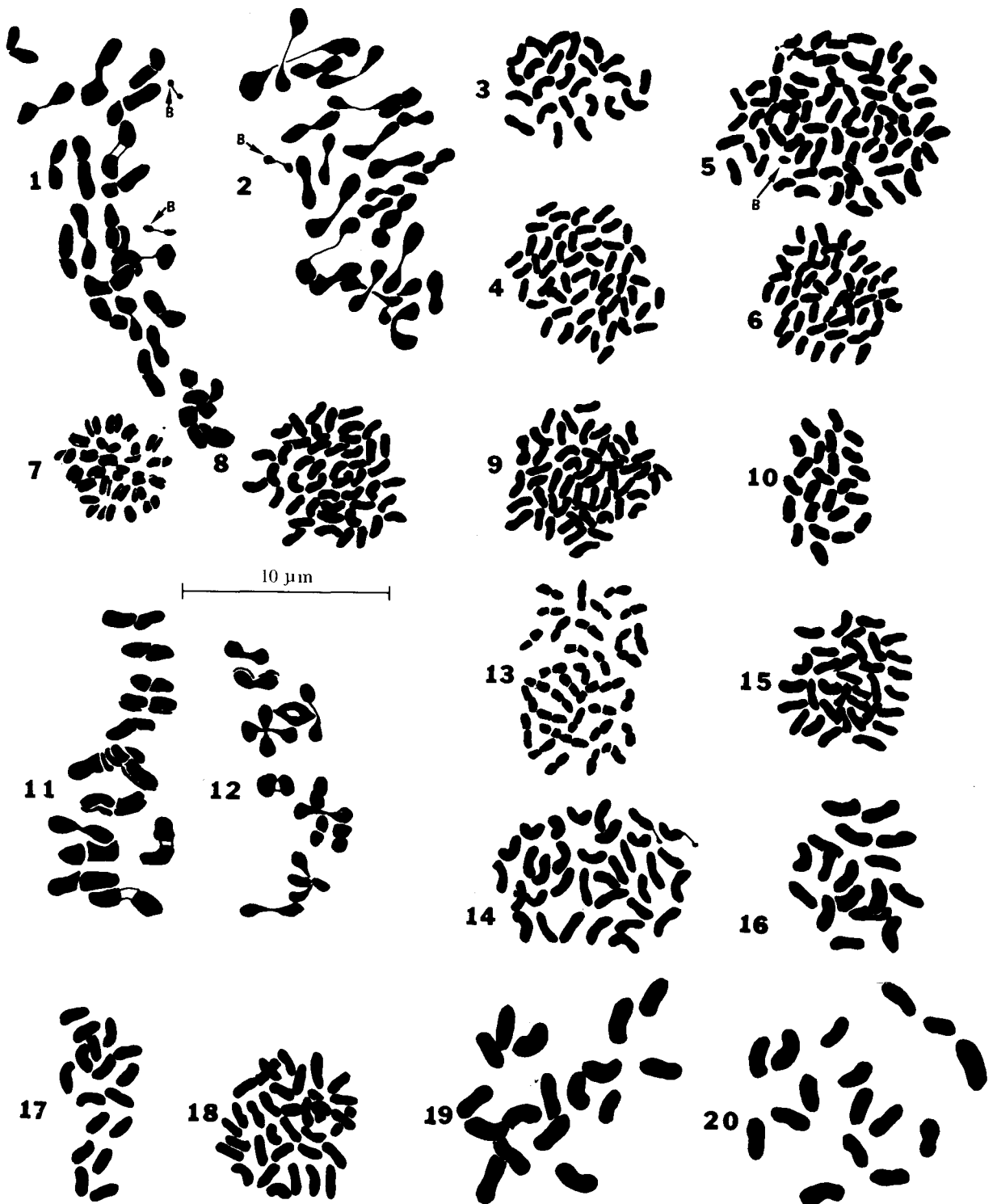
Notes 1. J.C. = No de fixation J. Contandriopoulos, N.G. = No de fixation N. Galland, NEU. = No de culture au jardin botanique de Neuchâtel.

2. R = Rif, MA = Moyen-Atlas, HA occ. = Haut-Atlas occidental, HA centr. = Haut-Atlas central, HA or. = Haut-Atlas oriental

LEGENDE DE LA PLANCHE

<i>C. filicaulis</i> var. <i>filicaulis</i>	1: 81.626 : macrospore n=24+2B.
"	2: 79.242 : métaphase somatique dans l'ovaire:2n=24.
"	3: 81.435 : microspore n=26+1B.
var. <i>gattefossei</i>	4: 81.376 : métaphase somatique dans l'ovaire 2n=52.
"	5: 79.1171: métaphase somatique dans l'ovaire 2n=72+B.
var. <i>gomarica</i>	6: 76.02 : métaphase somatique dans l'ovaire 2n=48.
var. <i>rifana</i>	7: 76.01 : microspore n=25
"	8: 76.01 : métaphase somatique dans l'ovaire 2n=48
"	9: 76.01 : métaphase somatique dans l'ovaire 2n=52
<i>C. atlantis</i>	10: 81.395 : métaphase somatique dans l'ovaire 2n=24
<i>C. velata</i>	11: 79.1369: macrospore n=13
<i>C. embergeri</i>	12: 79.21 : microspore n=14
<i>C. trachelium</i> ssp. <i>mauritanica</i>	13: 81.445 : métaphase somatique dans l'ovaire 2n=34
<i>C. mairei</i> var. <i>flahautiana</i>	14: 81.415 : métaphase somatique dans l'ovaire 2n=34
var. <i>atlantica</i>	15: 81.419 : métaphase somatique dans l'ovaire 2n=34
var. <i>tenera</i>	16: 76.04 : mitose pollinique n=17
var. <i>anremerica</i>	17: 81.410 : mitose pollinique n=17
<i>Feeria angustifolia</i>	18: 81.391 : métaphase somatique dans l'ovaire 2n=34
<i>Trachelium coeruleum</i>	19: 81.444 : mitose pollinique n=17
	20: 81.706 : mitose pollinique n=16

CYTOTAXONOMIE DES CAMPANULACEAE
DU MAROC



1972, 1976; CONTANDRIOPOULOS & al. 1971), alors que dans le genre *Jasione*, seul le nombre de base $x = 6$ a été trouvé et confirmé au Maroc (KUPFER in FAVARGER et al. 1979).

GENRE *CAMPANULA*

L'étude du genre *Campanula* au Maroc est fort intéressante, non tant par le nombre d'espèces (QUEZEL en indique 15, nous en avons étudiés 9), mais par leur extrême polymorphisme. En outre, certaines d'entre elles sont très communes et largement répandues dans le pays; d'autres, au contraire, sont très rares, étroitement localisées sur un massif ou parfois connues d'une seule localité. Nous analyserons les résultats qui figurent sur le tableau I.

Campanula atlantis Gatt., Maire et Weiller

Extrêmement localisée dans le Grand Atlas, uniquement dans le massif du Rhat, sur les rochers calcaires exposés au Nord entre 2 700 et 3 300m, cette endémique "représente la lignée occidentale du *C. saxifragoides* dans la portion occidentale du grand Atlas oriental" (QUEZEL 1953). Cet auteur la rapproche du *C. guinochetii* Quézel que nous n'avons pas pu récolter ni étudier. Le nombre chromosomique de *C. atlantis* est de $2n = 24$. Il est nouveau à notre connaissance. QUEZEL (1957) donne pour *C. guinochetii* du M'Goun un nombre chromosomique de $n = 14$ ou 16 .

Campanula embergeri Lit. et Maire

C'est une endémique rupicole du grand Atlas qui croît à des altitudes plus ou moins élevées. Pour les 5 populations examinées se rapportant au subsp. *embergeri*, nous avons toujours dénombré le même nombre chromosomique de $n = 14$ et $2n = 28$ avec parfois la présence de chromosomes B. Dans un individu, nous avons trouvé un nombre chromosomique de $2n = 29$, ce qui plaide en faveur d'une trisomie accidentelle.

Campanula filicaulis Dur.

C. filicaulis est une espèce très polymorphe dont l'aire de distribution s'étend des montagnes du Maroc occidental à celles de l'Algérie orientale et atteint la Tunisie à Sidi Bou-Zid

Dans sa monographie des Campanulacées nord-africaines, QUEZEL (1953) a tenté de trouver des critères morphologiques et écologiques permettant de préciser la systématique de cette espèce. Il a été amené ainsi à reconnaître 11 variétés, dont 8 se rencontrent au Maroc. Nous avons éprouvé les plus grandes difficultés pour donner un nom de variété à nos échantillons témoins qui représentaient quelques 28 populations différentes. Cela pouvait s'expliquer de deux manières: ou bien nous avons été assez malchanceux pour récolter un peu partout la même variété (p. ex. le var. *filicaulis*) ou bien les taxons infraspécifiques n'étaient pas très bien fondés.

La lecture des diagnoses originales (POMEL 1874, BALL 1878, de LITARDIERE & MAIRE 1924, MAIRE 1928, 1938, VINDT 1948 et QUEZEL 1953) donne une impression assez floue et reflète plutôt les difficultés qu'ont éprouvées ces auteurs à faire des coupures dans une espèce dont certains caractères varient d'une manière plus ou moins continue. Quant à la clé dichotomique de QUEZEL 1953, p. 23-25, elle est d'un emploi fort peu commode. Nous avons fait venir alors les types des variétés marocaines de *C. filicaulis* déposés dans les Herbiers Maire et Sauvage de Montpellier. QUEZEL (1953) attribuant une grande importance au critère de la marge des feuilles, nous avons

examiné soigneusement ce caractère à la loupe binoculaire et au microscope, sur des préparations éclaircies au lactophéno. La conclusion de cette étude est la suivante:

Toutes les variétés du Maroc (sauf une) ont des marges foliaires plus ou moins cartilagineuses, portant des cils à base épaissie et plus ou moins fortement recourbés vers l'apex de la feuille. Lorsqu'il se mêle, à ces cils des poils plus minces et non recourbés, c'est généralement parce que les pages des feuilles sont pubescentes et que certains poils insérés sur les faces du limbe semblent provenir du bord, ce que nous prenons pour un artefact. Un seul taxon: le var. *antiatlantica* (Maire, Weiller et Wilczek) Qz. se distingue par des marges foliaires non cartilagineuses, ne portant que des poils fins et droits.

L'examen des autres caractères morphologiques: port de la plante, grandeur des corolles, pubescence des pages foliaires, longueur des divisions du calice etc. nous a convaincus qu'il était impossible de trouver des critères objectifs pour séparer les variétés suivantes: var. *pseudoradicosa*, *intermedia*, *parielii* (Algérie), *genuina* et *Mairei*. Nous proposons par conséquent de les réunir dans le var. *filicaulis* (= var. *genuina*). Le var. *gomarica* F.Q., particulier au Rif, se reconnaît à ses corolles pubescentes à l'extérieur. Le var. *gattefossei* (Maire et Weiller) QZ. possède un port assez particulier: tiges longues (plus de 30 cm) paraissant dressées, inflorescence multiflore à pédoncules et pédicelles très longs, fleurs de taille relativement grande. Quant aux var. *antiatlantica* et *pseudo-antiatlantica* Qz., ils ont des feuilles caulinaires un peu pétiolées, à limbe large plus ou moins obovale, et souvent crénelé. Le premier se distingue du second par les marges foliaires, ainsi qu'on l'a vu plus haut.

Nous sommes donc enclins à ne conserver pour le Maroc que 5 variétés de *Campanula filicaulis* entre lesquelles il existe d'ailleurs des formes intermédiaires.

L'étude cytologique portant sur 28 populations (tableau I) n'a pas clarifié les choses. Elle montre en effet que la variation existe aussi sur le plan caryologique sans qu'il y ait de corrélation nette entre le nombre chromosomique et la morphologie ou la distribution géographique. *Campanula filicaulis* possède deux nombres de base; le plus fréquent est $x = 12$ (compté déjà par QUEZEL 1957), le plus rare étant $x = 13$ (observé pour la première fois par HUMPHRIES et al. 1978). Trois valences chromosomiques sont représentées au Maroc: $2x$, $4x$ et $6x$ (cette dernière est la moins fréquente). Au niveau diploïde, il arrive que dans une même population (par ex. au Taarbat), on trouve $2n = 24$ et $2n = 26$, ce qui évoque la dysploïdie. Au niveau tétraploïde, lorsqu'on rencontre dans la même population $2n = 48$, 50 et 52 , il est bien difficile de savoir si l'on est en présence d'une aneuploïdie ou d'une dysploïdie; l'interprétation est d'autant plus difficile qu'il y a en outre des chromosomes accessoires chez certains individus.

Dans notre matériel, nous avons reconnu plus ou moins clairement trois des variétés mentionnées ci-dessus: le var. *filicaulis* de beaucoup le plus répandu, le var. *gomarica*: taxon endémique du Rif, et le var. *gattefossei*, qui d'après nos recherches ne serait pas confiné au Moyen Atlas, mais croîtrait également dans le Haut Atlas oriental. Mais les types morphologiques correspondant à ces variétés ne sont pas très tranchés. Au point de vue caryologique, notons que le var. *gomarica* semble toujours tétraploïde, que le var. *gattefossei* comprend des populations tétra- et hexaploïdes (du moins dans le Haut Atlas) et que le var. *filicaulis* compte 1/3 environ de populations diploïdes et 2/3 de populations tétraploïdes. Il est intéressant de relever que les populations diploïdes ne se rencontrent, jusqu'à plus ample informé, que dans le Haut Atlas (central et oriental). On voit par là qu'il y a une très faible corrélation entre les données cytologiques, morphologiques et géographiques, et cette conclusion négative se trouve confirmée par une analyse

numérique de nos échantillons portant sur 26 caractères (morphologiques et cytologiques)¹. En effet, l'examen du tableau des corrélations, l'établissement d'un arbre hiérarchique et une analyse factorielle par ordinateur ne nous ont apporté aucun renseignement nouveau et significatif par rapport à la comparaison de nos échantillons avec les types.

En conclusion, tout semble montrer que chez *Campanula filicaulis* la variabilité morphologique va de pair avec une grande instabilité chromosomique. Cette espèce dont les exigences écologiques sont très larges (terrains arides, pelouses humides, rochers, pentes écorchées etc.) paraît en pleine évolution. Cette évolution semble assez récente puisqu'il ne s'est pas formé encore de race chromosomique reconnaissable à sa morphologie et à sa distribution. Il ne semble pas non plus qu'il y ait de barrière sexuelle entre les races, comme paraît le prouver l'existence de nombreux polyploïdes dont une partie sans doute dérive de croisements interraciaux.

Enfin, on peut s'interroger sur le nombre de base primitif du *C. filicaulis*². Il semble bien que ce soit $x = 12$ (le nombre le plus fréquent) dont $x = 13$ dériverait par dysploïdie ascendante. Certaines affinités morphologiques avec *C. numidica* Dur., endémique de Constantine, qui possède $n = 12$, renforceraient cette hypothèse, comme aussi la présence d'hexaploïdes sur la base $x = 12$, alors qu'il n'en existe apparemment aucun sur la base $x = 13$.

Campanula mollis L.

Cette espèce dont l'aire est de type bético-rifain, avec prolongement en Oranie, paraît variable. QUEZEL (1953) ne distingue pas moins de 8 variétés en Afrique du Nord. D'après les résultats publiés par l'un des auteurs (CONTANDRIOPOULOS 1981), le var. *oranensis* (matériel algérien) est diploïde avec $2n = 24$ alors qu'une plante de la Province de Malaga, étudiée par PODLECH et DAMBOLDT (1964) est diploïde aussi, mais possède $2n = 26$. Celle-ci appartiendrait, selon QUEZEL (1953) au var. *typica* Maire = var. *mollis*. Quant aux plantes des montagnes rifaines (var. *rifema* Emb. et Maire), elles ont une valence tétraploïde. Celles du Mont Kraa ($n=24$ et $2n = 48$) sont caryologiquement stables, tandis que celles croissant dans une gorge près de Talembote ont un nombre variable de chromosomes ($2n = 52, 50, 48, 46$). Ces dernières viennent-elles du croisement des deux cytotypes à $n = 12$ et $n = 13$ suivi d'un redoublement des chromosomes (la présence de multivalents pouvant entraîner des troubles méiotiques et de l'aneuploïdie)? ou bien sont-elles le résultat d'une dysploïdie principalement ascendante, se produisant au niveau $4x$, comme elle s'est produite au niveau $2x$, il est impossible de le dire présentement. Nous retrouvons ici la même situation et les mêmes problèmes qu'avec le *C. filicaulis*.

Campanula trachelium L.

L'aire de répartition de cette espèce est très large. Elle s'étend tout autour du bassin méditerranéen et remonte jusqu'en Europe boréale. En dépit des variations morphologiques et de la présence de nombreuses sous-espèces et variétés qui ont été décrites dans différentes parties de son aire, cette espèce est caryologiquement très stable avec un nombre chromosomique de $2n=34$.

Au Maroc, nous avons étudié deux plantes qui diffèrent entr'elles par certains caractères: le n° 72-65 du Moyen Atlas est caractérisée par des feuilles hispides, les inférieures de grande

1: Cette analyse a été effectuée par l'une d'entre nous (N.G.) avec le concours bénévole de M.P. GALLAND.

2: Le nombre $x = 8$ compté par QUEZEL (1957) sur le var. *reboudiana* d'Algérie semble reposer sur une erreur (cf. CONTANDRIOPOULOS 1981).

taille (dépassant 15 cm) cordées à la base et; des fleurs de plus de 3cm; le calice glabre porte quelques poils disséminés sur le tube et les lobes, les lobes atteignent le tiers de la corolle, le style dépasse rarement la fleur.

Le n° 81.445 du Haut Atlas montre des feuilles hispides, les inférieures cordées à la base sont de plus petite taille (environ 8 cm). Les fleurs ne dépassent pas 22mm. Le tube du calice est très hérissé de poils raides de couleur blanche, les lobes portant quelques poils disséminés atteignent la moitié de la longueur de la corolle. Les styles sont longuement exertes.

Par ses dimensions (feuilles et fleurs), le style inclus ou légèrement exerte le n° 72 65 tend vers le ssp. *trachelium* dont il se différencie par son calice glabre. Il s'agit peut-être d'une forme intermédiaire entre les deux sous-espèces, le ssp. *trachelium* (signalé en Algérie) et le ssp. *mauritanica*. Le n° 81.445 est très nettement du ssp. *mauritanica* et correspond au var. *hirta* QZ.

Campanula velata Pomet subsp. *mesatlantica* (Lit. et Maire) Qz.

Le *Campanula velata* est une espèce endémique localisée en Algérie occidentale et dans quelques localités du Maroc oriental et du Moyen Atlas. C'est une rupicole liée au calcaire pour laquelle QUEZEL (1953) a distingué 3 sous-espèces, deux en Algérie (*velata* et *serpylliformis* (Batt & Trabut) Qz.) et une au Maroc, le subsp. *mesatlantica* (Lit. & Maire) Qz., endémique du Moyen Atlas.

Nous avons dénombré chez ce dernier un nombre chromosomique nouveau, à notre connaissance, $n = 13$.

Campanula rapunculus L.

Cette espèce à large distribution circum-méditerranéenne et médio-européenne (jusqu'en U.R.S.S.) qui a fait l'objet de nombreuses recherches cytotoxonomiques portant sur une grande partie de son aire, est caryologiquement très stable ($n = 10$). Rappelons que l'un des auteurs (CONTANDRIOPOULOS 1981) a compté ce nombre sur deux populations marocaines appartenant au var. *hirta* Ten. subvar. *verruculosa* (Hoffgg. et Link) Maire, taxon très commun dans les friches, les bosquets et les forêts des étages inférieurs de végétation.

Campanula mairei Pau

Campanula mairei est une endémique très polymorphe du Grand Atlas. Son amplitude écologique est considérable; elle se rencontre aussi bien dans des stations humides, dans des éboulis, dans les landes à xérophytes épineux que dans des anfractuosités de rochers. La différenciation des variétés n'est pas forcément liée à des conditions stationnelles particulières à l'exception peut-être du var. *atlantica* (Jah. et Maire) Maire dont certaines formes montrent une nette préférence pour les lieux humides. Les plantes étudiées appartiennent à 13 populations différentes et se répartissent entre les 4 variétés recensées par QUEZEL, les var. *arnerica*, *atlantica*, *flahaultiana* et *tenera*. Nous avons toujours compté un même nombre chromosomique $n = 17$ contrairement à l'indication de QUEZEL (1953) qui donne, pour cette espèce, un nombre chromosomique de $n = 8^1$. *C. mairei*, en raison d'une très grande convergence morphologique avec *C. rotundifolia*, a été l'objet de nombreuses confusions. En effet, par son dimorphisme foliaire (feuilles radicales cordées, les caulinaires étroitement lancéolées), par les fleurs solitaires ou les inflorescences

1: Notons que dans une population (81-420), nous avons trouvé chez un individu des nombres chromosomiques oberrants compris entre $2n = 34$ et 38 et même plus.

pauciflores, par le calice sans appendices, à dents étroitement linéaires, la corolle infundibuliforme, *C. mairei* a été successivement rattaché à *C. rotundifolia*, puis à *C. herminii* Hoffgg. et Link. QUEZEL (1953) retraçant l'historique de cette espèce, fut le premier à observer que la déhiscence capsulaire était apicale ou située près de l'extrémité de la capsule et ne s'effectuait pas par des pores basilaires. Ce caractère fondamental exclut donc *C. mairei* du sous-genre *Campanula* et le rattache au sous-genre *Rapunculus*. Signalons enfin que le nombre chromosomique de base $x = 17$ n'est pas très rare dans ce sous-genre, et qu'il a été signalé chez quelques espèces de la Méditerranée, à côté d'espèces de l'Europe centrale ou de la région arctique.

Quelles sont les affinités de *C. mairei* ? Il est difficile de les établir car cette espèce apparaît comme très isolée dans le sous-genre *Rapunculus* et ne semble pouvoir s'insérer dans aucune des sections précédemment décrites par FEDOROV (1957) ou par DAMBOLDT (1976).

Campanula dichotoma L. subsp. *afra* (Cav.) Maire

Bien que nous n'ayons pas de résultat nouveau à présenter pour cette espèce annuelle que DAMBOLDT (1976) classe dans le sous-genre *Megalocalyx*, rappelons qu'une population du subsp. *afra* possède $2n = 24$, comme c'est le cas aussi des deux autres sous-espèces du *C. dichotoma* (cf. CONTANDRIOPOULOS 1981).

CONCLUSION

Le présent travail pose probablement plus de problèmes qu'il n'en résout. Un certain nombre de faits semblent toutefois bien établis. D'autre part, nos résultats jettent un jour nouveau sur les campanules du Maroc et suggèrent de nouvelles recherches pour en préciser l'évolution.

Parmi les résultats qui nous paraissent suffisamment étayés, mentionnons les suivants:

1°) Les taxons, dont l'aire méditerranéenne ou méditerranéenne et centre-européenne ou eurasiatique déborde largement le Maroc, possèdent dans ce pays les mêmes nombres chromosomiques que dans d'autres parties de leur territoire et cela qu'ils aient ou non différencié des races endémiques. Tel est le cas de *Trachelium caeruleum*, de *C. rapunculus* et de *C. dichotoma*.

2°) Le nombre chromosomique $2n = 34$, compté chez *Feeria angustifolia*, confirme le point de vue de DAMBOLDT (1976) pour qui les affinités des genres *Feeria* et *Trachelium* étaient à rechercher du côté de la section *Tracheliopsis* du genre *Campanula*. On peut même dire qu'entre ce taxon de la Méditerranée orientale et du Proche Orient ($2n = 34$, plus rarement $2n = 32$) et les deux genres voisins de la Méditerranée occidentale (*Feeria* $2n = 32$, *Trachelium* $2n = 34$ et 32), il existe une *vicariance vraie*.

3°) Si QUEZEL (1953) a vu très juste en montrant que *Campanula mairei* devait être classé dans le sous-genre *Rapunculus*¹, le nombre chromosomique compté par lui sur cette espèce: $n = 8$ paraît erroné. En effet, sur 13 populations représentant 4 variétés, nous avons compté $2n = 34$.

4°) L'étude caryologique de 28 populations du *C. filicaulis* a révélé que chez cette espèce la variabilité morphologique et l'amplitude écologique allaient de pair avec une grande instabilité chromosomique². S'appuyant sur un comptage de $n = 8$ sur le var. *reboudiana*, QUEZEL en déduit "que les variétés orophiles endémiques atlasiques" (qu'il considère toutes comme hexaploï-

1 : A cette époque : la section *Rapunculus*. 2 : Le même phénomène a été observé chez *C. mollis*
3 : Si l'on considère $x = 12$ comme nombre de base, il est clair que les races à $2n = 24$ du *C. filicaulis* sont diploïdes. En admettant un hypothétique nombre de base $x=6$, on doit les considérer comme tétraploïdes.

des avec $2n = 48$) "paraissent dériver par multiplication d'un génome d'un type archaïque à nombre chromosomique très faible n'accusant aucune tendance à l'orophilie". Or ce nombre de $n = 8$ nous paraît sujet à caution (cf. CONTANDRIOPOULOS 1981) et la situation, en réalité, est différente. Le nombre de base de *C. filicaulis* est de $x=12$ (plus rarement $x=13$) et les diploïdes³ observés par nous (uniquement dans le Haut Atlas) ne croissent pas à des altitudes plus basses que les tétra- et les hexaploïdes.

5°) Chez les campanules nord-africaines vivaces et orophiles du sous-genre *Campanula* que QUEZEL (1953) a réparties en 5 groupes, les nombres de base que nous avons observés vont de $x = 12$ à $x = 14$, les nombres 12 et 13 étant les plus fréquents. Cela confère à cet ensemble une assez grande originalité, car le nombre $2n = 24$ n'existe, à notre connaissance, chez aucune autre espèce vivace du genre *Campanula* (cf. GADELLA 1964, CONTANDRIOPOULOS 1964). Bien entendu, il faudrait savoir si le nombre primitif du groupe nord-africain est de $x = 12$ ou de $x = 13$. L'importance de $x = 12$ dans le groupe de *C. filicaulis*, le fait qu'une espèce endémique très localisée comme *C. atlantis* possède $2n = 24$, paraissent étayer le caractère primitif du nombre de base $x = 12$.

Les problèmes à résoudre qui nous paraissent les plus urgents sont les suivants:

1°) Existe-t-il vraiment en Afrique du Nord des campanules vivaces possédant $n = 7$ ou $n = 8$, comme QUEZEL (1957) l'a affirmé (*C. filicaulis* var. *reboudiana* $n = 8$, *C. vaillanti* $n = 7$, *C. saxifragoides* $n = 7$ ou 8) ?

Il conviendra donc d'étendre les recherches caryologiques à ces taxons et à ceux qui n'ont pas encore été étudiés.

2°) Si l'ensemble des campanules vivaces et orophiles du Maroc que QUEZEL range dans la section *Medium* n'avait pas d'autres nombres de base que $x = 12$, 13 et 14, il faudra tenter de trouver leurs affinités en s'appuyant à la fois sur la morphologie et la caryologie. En effet, il est présentement difficile de savoir à laquelle des sections de FEDOROV (1957) ou de DAMBOLDT (1978) elles se rattachent. Il est possible d'ailleurs qu'il soit nécessaire de créer pour elles une section nouvelle.

3°) L'étude cytologique exhaustive de l'ensemble allant du *C. velata* au *C. saxifragoides* (QUEZEL 1953, p. 13) devrait permettre aussi de vérifier et éventuellement de perfectionner la classification de QUEZEL en révélant des affinités que la morphologie seule ne permet pas toujours d'appréhender.

4°) Pour *C. mairei* ($2n = 34$), il faudra préciser à quelle section du sous-genre *Rapunculus* cette espèce appartient. Là encore, il n'est pas exclu qu'il faille une section pour l'endémique nord-africaine.

REMERCIEMENTS

MM. L. GRANEL DE SOLIGNAC et A. CHARPIN, conservateurs aux Herbiers de Montpellier et de Genève, ont aimablement mis à notre disposition des exsiccata; qu'ils en soient vivement remerciés. Nous adressons également notre gratitude au Dr. A. CAUWET, maître assistante à l'Université de Perpignan, qui nous a procuré du matériel d'Afrique du Nord et au Dr. P. GALLAND, qui nous a accompagnés et aidés sur le terrain et s'est occupé de l'analyse numérique de *Campanula filicaulis*. Nous adressons tous nos remerciements à M. FENNANE Maître-assistant à l'Institut scientifique de l'Université Mohammed V Rabat, pour les renseignements qu'il nous a communiqués.

BIBLIOGRAPHIE

- BALL, J. (1878).- *Spicilegium florae maroccanae* -J. *Linn. Soc. Bot.* 16 : 281-772.
- BUSER, R. (1894).-Contribution à la connaissance des Campanulacées. I. *Genus Trachelium* L.
- CONTANDRIOPOULOS, J. (1964).-Contribution à l'étude caryologique des Campanulacées de Grèce - *Bull. Soc. Bot. France*, 111 : 222-235.
- CONTANDRIOPOULOS, J. (1966).- Contribution à l'étude cytotaxinomique des Campanulacées de Grèce II. *Bull. Soc. Bot. France*, 1113:453-474.
- (1970). - Contribution à l'étude cytotaxinomique des Campanulacées du Proche Orient. *Bull. Soc. Bot. France*, 117 : 55-70.
- (1972). - Contribution à l'étude cytotaxinomique des Campanulacées du Proche Orient. III. *Bull. Soc. Bot. France*, 119 : 75-94.
- (1976). - Contribution à l'étude cytotaxinomique des Campanulacées du Proche Orient. IV. *Bull. Soc. Bot. France*, 123 : 33-46.
- (1980). - Contribution à l'étude cytotaxinomique des Campanulacées d'Iran. *Biol. Ecol. Médit.*, 7 : 27-36.
- (1981). - Contribution à l'étude cytotaxinomique du genre *Campanula* L. en Afrique du nord et centrale. *Bot. Soc. Brot.*, 53 : 887-906.
- (1984).- Différenciation et évolution du genre *Campanula* dans la région méditerranéenne. In W.F. GRANT, éd. *Plant Biosystematics*. Academic Press Canada., 141-158.
- CONTANDRIOPOULOS, J. QUEZEL, P. & PAMUKCUOGLU, A. (1971).- Campanulacées nouvelles du pourtour méditerranéen oriental. *Ann. Univ. Provence, Sciences*, 46 : 53-61.
- DAMBOLDT, J. (1968). - Kritische Bemerkungen zu *Trachelium taygetum* und *Diosphaera hysteraantha* (*Campanulaceae*). *Osterr. Bot. Z.*, 115 : 144-151.
- (1976). - Materials for a Flora of Turkey, XXXII. *Campanulaceae*. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinb.*, 35 : 39-52.
- (1978). - *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. P. H. Davis, ed. Edinburgh University Press.
- FAVARGER, C., GALLAND, N. & KUPFER, Ph. (19179).-Recherches cytotaxonomiques sur la flore orophile du Maroc. *Naturalia monspel.*, Sér. Bot. 29 : 1-64.
- FEDOROV, A.A. (1957).- *Flora of the USSR; Campanulaceae* vol. XXIV-B.K. Shishkin, Ed. Translated from Russian : Israel Program for Scientific Translations Jerusalem 1972.
- GADELLA, Th. WJ. (1964).- Cytotaxonomic studies in the genus *Campanula*. *Wentia* 11 : 1-104.
- HUMPHRIES, C.H., MURRAY B.G., BOCQUET, G. & VASUDEVAN, K. (1978).- Chromosome numbers of phanerogams from Morocco and Algeria. *Bot. Not.*, 131 : 391-406.
- LITARDIERE, R. de & MAIRE, R. (1924).- Contribution à l'étude de la flore du Grand Atlas. *Mém. Soc. Sci. Nat. Maroc*, 4 : 1-32.
- LOVE, A. & E. KJELLQVIST, E. (1974). - Cytotaxonomy of Spanish plants IV. *Lagascalia*. 4 : 153-211.
- MAIRE, R. (1928). - Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord, fasc. 12. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique N.*, 19 : 29-66.
- (1938). - Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord, fasc. 26. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique N.*, 29 : 431-432.
- MOORE D.M. (1982).- *Flora Europaea check-list and chromosome index*. Cambridge University Press.
- PODLECH, D. & DAMBOLDT, J. (1964).- Zytotaxonomische Beiträge zur Kenntnis der Campanulaceen in Europa. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 76 : 360-369.
- POMEL, A. (1874).- *Nouveaux matériaux pour la flore atlantique 2 et 3*. Savy éd., Paris
- QUEZEL, P. (1953).- Les Campanulacées d'Afrique du Nord. *Feddes Repert.*, 56 : 1-65.
- (1957).- *Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord*. Paris, Paul Lechevalier Ed.
- SCHOUSBOE, P.K.A. (1800).- *Jagttag. Vextrig. Marokko. Förste Stjcke* Kjøbenhavn.
- VINDT, J. (1948).- *Campanula filicaulis* Dur. var. *intermedia*. *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc.*, 28 : 188.