Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Band: 76 (1953)

Artikel: Notes de caryologie alpine. II
Autor: Favarger, Claude
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-88837

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: 13.07.2025

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

INSTITUT DE BOTANIQUE, UNIVERSITÉ DE NEUCHATEL
Directeur : Professeur Claude Favarger

NOTES DE CARYOLOGIE ALPINE. II

par

CLAUDE FAVARGER

AVEC 69 FIGURES

Le présent travail fait suite à celui que nous avons publié dans ce Bulletin, il y a quatre ans (FAVARGER, 1949). Nous nous proposions alors de réunir des matériaux pour une étude statistique de la polyploïdie dans la flore alpine. Ce but nous paraissait, à ce moment, assez lointain. Mais depuis lors, grâce aux listes de nombres chromosomiques publiées par TISCHLER (1950) et par Mlle C. DELAY (1950-1951), nous pensons pouvoir l'atteindre dans un avenir beaucoup plus rapproché. Ces listes, en effet, en faisant connaître les lacunes qui restent à combler dans la connaissance cytologique des Phanérogames, stimulent beaucoup les recherches et permettent d'éviter les comptages superflus. Une importante contribution à l'étude cytologique des végétaux alpins a été fournie par Mme R. MATTICK-EHRENSBERGER dont les nombres ont paru dans l'ouvrage de TISCHLER (1950). Toutefois, comme nous le disions déjà en 1949 (*op. cit.*, p. 15), les nombres qu'on trouve dans la bibliographie n'ont de valeur cytogéographique que s'ils ont été déterminés sur des plantes croissant dans la région à étudier. Il convient en particulier de ne pas accepter sans vérification, pour les espèces alpines, les indications cytologiques obtenues sur des plantes du nord de l'Europe.

D'autre part, le cadre de nos recherches a été sensiblement élargi. Limitées au début aux Alpes occidentales, ces notes comprendront également désormais des plantes récoltées dans les Alpes centrales et dans celles des Grisons. Comme, selon toute vraisemblance, le travail de Mme R. MATTICK sur les Alpes orientales ne sera pas poursuivi, nous ne croyons pas nécessaire d'attendre davantage pour envisager dans son ensemble le problème de la polyploïdie dans la Chaîne des Alpes.

Les matériaux servant de base à notre étude consistent en boutons floraux récoltés sur place et fixés le plus tôt possible après leur récolte. La fixation a été faite le plus souvent au Nawaschin (formule modifiée par MÜNTZING), plus rarement au Helly ou au La Cour 2 BE. Parfois, nous avons fixé les boutons de plantes préalablement transportées et cultivées au Jardin botanique de l'Université. Enfin, nous avons utilisé aussi les graines ramenées des Alpes par le collecteur de graines du

Jardin botanique. Après détermination de l'échantillon, nous avons fait germer les graines et fixé les racines.

Pour la description de nos résultats cytologiques, nous nous conformerons à l'ordre suivi par BINZ et THOMMEN (« Flore de la Suisse », 1re édit., 1941).

Moehringia ciliata (Scop.) D. T.

Boutons récoltés le 7. VIII. 1948, dans un éboulis calcaire entre Salanfe et le col d'Emaney (alt. 2100 m). La plante croissait en compagnie de *Thlaspi rotundifolium*, *Cerastium latifolium*, *Doronicum grandiflorum*, *Achillea atrata*, etc. (Thlaspeion rotundifolii). Sur les anaphases hétérotypiques, en vue polaire, on compte facilement $n = 12$ (fig. 1). Les chromosomes à peu près sphériques sont assez égaux. Diamètre : 1 à 1,5 μ. Noyau semi-réticulé, à chromocentres parfois collectifs. Le nombre chromosomique de cette espèce a été déterminé pour la première fois par Mme MATTICK en 1949 (*in* TISCHLER, 1950). Mais l'auteur n'a pas publié de dessin et sa numération se rapporte à une plaque somatique ($2\,n = 24$). Celle-ci se trouve donc confirmée par nos observations.

Petrocallis pyrenaica (L.) R. Br.

Des graines nous ont été rapportées du Pilate, en 1949, avec un échantillon séché. Semées au Jardin botanique, elles ont donné naissance à des plantes que nous avons identifiées avec cette espèce. Nous en avons fixé les boutons en 1951 et 1953. Les graines originales, mises à germer pendant l'hiver 1952-1953, en boîte de Pétri, ont donné naissance à un certain nombre de racines qui furent fixées au Helly et au Nawaschin.

L'étude cytologique du *Petrocallis* est difficile en raison de la petite taille des chromosomes et de la propension qu'ils ont à rester agglomérés à la métaphase. Cependant, sur deux plaques équatoriales de racines, on peut compter $2\,n = 14$ (fig. 2). Longueur des plus grands chromosomes : environ 2 μ. Sur quelques métaphases hétérotypiques, dont aucune n'est absolument parfaite, on distingue 7 chromosomes (fig. 3), et ce nombre est confirmé par l'examen des diacinèses. Le noyau au repos, étudié sur des coupes de racines (Helly-Feulgen), est aréticulé, à euchromocentres petits, sphériques et peu visibles.

Le nombre chromosomique du *Petrocallis pyrenaica* est rapporté ici pour la première fois. Il plaide en faveur de l'autonomie de ce petit genre de Crucifères qui a parfois été réuni au genre *Draba*. Mais dans ce dernier, le nombre de base est $x = 8$, ainsi que l'a montré HEILBORN (1927). ENGLER et PRANTL plaçaient *Petrocallis* dans les *Cochleariinae*. Or plusieurs genres de cette tribu ont $x = 7$ (par exemple *Coluteocarpus*, *Cochlearia*, *Eunomia*). Il se pourrait donc que les analogies avec *Draba* soient plus lointaines qu'on ne l'a supposé (cf. HEGI : « Illustrierte Flora von Mitteleuropa », Bd. IV (1), p. 115). Cependant, JARETZKY (1928) a insisté sur le fait que les Crucifères à $x = 7$ ne constituaient pas un groupe monophylétique. Le nombre $n = 7$ pour *Petrocallis* n'éloigne

donc pas forcément ce genre de *Draba*, mais en fait, par rapport à ce dernier, un genre dérivé, si l'on adopte les idées de JARETZKY.

Arabis coerulea All.

Graines récoltées par l'auteur, au fond du plateau de Salanfe (alt. environ 2000 m) en septembre 1947, et semées au Jardin botanique. Les boutons des plantes nées de ces graines ont été fixés en 1951 et 1952.

Comme dans l'espèce précédente, la numération des chromosomes offre quelques difficultés parce que ces organites restent agglomérés à la métaphase hétérotypique. Sur une plaque, cependant, on en compte très nettement 8 (fig. 4) et ce nombre est confirmé par deux autres plaques moins parfaites. Diamètre 1,5 μ. Le noyau au repos est semi-réticulé, avec un réseau très peu visible et des chromocentres sphériques, fortement chromatiques, dont le nombre paraît égal au nombre des chromosomes. Une telle structure se rapproche fortement du type euchromocentrique.

Le nombre chromosomique de l'*Arabis coerulea* est donné ici pour la première fois. D'autres espèces alpines de ce genre, étudiées par JARETZKY et par Mme MATTICK, ont également $n = 8$ (*Arabis pumila*, *A. Jacquini*, *A. corymbiflora*).

Sedum Anacampseros L.

Plantes récoltées par l'auteur au Valsorey, à 2200 m d'altitude, le 17. VI. 1948. Les boutons ont été fixés le lendemain au La Cour 2 BE. Malheureusement, dans ce matériel, la méiose n'avait pas encore commencé, mais sur une mitose, dans les jeunes pièces florales, nous avons pu compter $2\,n = 36$ (fig. 5). D'autres plaques équatoriales somatiques donnent 35 à 37 chromosomes. Etant donné la petitesse de ces éléments (longueur des plus grands : environ 2 μ) et les difficultés du comptage, nous nous contenterons d'indiquer pour cette espèce un nombre approximatif, mais ce nombre est certainement juste à 2 ou 4 unités près. D'autres fixations de cette espèce ont été faites en 1951, sur du matériel du val d'Emaney, mais ne nous ont pas apporté plus de précisions sur le nombre chromosomique parce que les métaphases hétérotypiques étaient trop confuses. Le noyau au repos, étudié sur le matériel d'Emaney, est semi-réticulé, avec un réseau peu chromophile et des chromocentres en nombre variable, toujours bien inférieur à celui des chromosomes.

Mlle DELAY (1948) a décrit chez *Sedum Telephium* des noyaux semi-réticulés avec 8 à 10 chromocentres dont un ou deux sont plus volumineux (chromocentres collectifs). Pour *Sedum Anacampseros*, BALDWIN (*in* TISCHLER, 1938) a indiqué le nombre approximatif de $2\,n = 50$, qui ne cadre pas avec notre numération. Mais chez *Sedum Telephium* ssp. *purpureum*, qui appartient à la même section, BALDWIN (*in* DARLINGTON et JANAKI AMMAL, 1945) a compté $2\,n = 36$. De nouvelles études seront entreprises sur *Sedum Anacampseros* pour confirmer notre premier résultat.

Sedum alpestre Vill.

Plantes récoltées le 18. VII. 1951, dans un éboulis gneissique, au-dessus de la Creusaz (vallée du Trient), à 2000 m d'altitude. Les boutons ont été fixés le lendemain.

A la métaphase et à l'anaphase hétérotypiques, on compte facilement $n = 8$ (fig. 6). Les chromosomes, sphériques ou ovoïdes, ont un diamètre moyen de 1,5 μ. Le noyau au repos, peu chromatique, ressemble à celui de l'espèce précédente.

Le nombre chromosomique de cette espèce a été déterminé pour la première fois par Mme MATTICK, sur des mitoses somatiques ($2\,n = 16$). Notre observation apporte donc une confirmation et un complément à l'étude de l'auteur allemand, qui n'a pas publié de dessin.

Sempervivum montanum L.

Boutons récoltés par l'auteur le 18. VII. 1951, dans un éboulis gneissique, au-dessus de la Creusaz (vallée du Trient), à 2000 m d'altitude, et fixés le lendemain. Sur plusieurs métaphases homéotypiques, on compte nettement $n = 21$ (fig. 7). Bien que les chromosomes soient très petits (à peine 1 μ de diamètre), ils se détachent bien les uns des autres. Le noyau au repos ressemble à celui des *Sedum* examinés ci-dessus ; il est semi-réticulé avec un réticulum très peu chromophile et un petit nombre de chromocentres.

Le nombre $n = 18$ a été déterminé pour cette espèce par UHL (*in* TISCHLER, 1950), mais comme l'indique une note infrapaginale de TISCHLER, la détermination systématique de la plante étudiée par UHL n'était pas entièrement précisée. Chose curieuse si l'on songe à la facilité avec laquelle nos Joubarbes alpines s'hybrident dans la nature, les nombres chromosomiques des trois espèces les plus fréquentes dans les Alpes sont différents, à savoir, d'après TISCHLER (1950) :

S. arachnoideum $n = 16$, 30 et 32
S. montanum $n = 18$ (voir cependant la réserve faite ci-dessus)
S. tectorum $n = 36$ (également 37 et 38).

Pour la seule section *Eusempervivum*, il y aurait donc plusieurs nombres de base ! La variabilité de nos Joubarbes, la fréquence des formes hybrides, les différents nombres chromosomiques figurant dans la bibliographie rendent très souhaitable une étude cytologique et cytogéographique précise des *Sempervivum* alpins. Nous avons l'intention de l'entreprendre prochainement.

Trifolium alpinum L.

Graines récoltées aux abords du glacier de l'Eiger (alt. 2200 m), en 1950, par notre collecteur de graines, et mises à germer en boîte de Pétri en décembre 1952. La numération chromosomique a été faite sur des pointes de racines. Sur plusieurs plaques équatoriales, on compte sans difficulté $2\,n = 16$ (fig. 8). Les chromosomes ne présentent pas de grandes différences de taille. Leur longueur oscille entre 3 et 3,5 μ. Ils sont dépourvus de satellites.

Le nombre chromosomique de *Trifolium alpinum*, à notre connaissance, n'a jamais été déterminé [1]. Cette espèce est diploïde, avec $x = 8$, comme la plupart des Trèfles (cf. SENN, 1938). Dans la petite section *Lupinaster*, à laquelle notre plante appartient, une autre espèce, *Trifolium Lupinaster*, est hexaploïde ($2\,n = 48$). D'après SENN (*op. cit.*), cette dernière possède une aire de distribution étendue, allant de l'Allemagne orientale au Japon et en Corée, tandis que le *Trifolium alpinum* est, selon SCHRÖTER (1926), une espèce endémique alpine. C'est donc l'espèce polyploïde qui possède l'aire la plus vaste, comme cela s'est révélé dans de nombreux cas analogues.

Lotus corniculatus L. Matériel 1.

Boutons récoltés par l'auteur le 30. VII. 1951, dans un pâturage rocailleux sur calcaire, au fond du val d'Emaney, à environ 1900 m d'altitude. La fixation ayant eu lieu trop tard pour l'étude de la méiose, nous avons compté les chromosomes sur les nombreuses et très bonnes mitoses polliniques que présentait notre matériel. Sur les plaques équatoriales, on compte $n = 6$ (fig. 9). Un chromosome est environ deux fois plus grand que les autres (longueur : 2,5 μ). Nous n'avons pas vu de satellites, mais il est possible que le degré assez élevé de contraction des chromosomes ait empêché une telle observation.

La détermination précise des plantes-témoins nous a donné quelques difficultés parce que celles-ci étaient relativement jeunes au moment où nous les avons fixées et que les fleurs étaient à peine épanouies. Elles nous ont paru appartenir à la var. *alpinus* (Schleicher) Ser. et notre détermination a été confirmée par M. le Dr A. BECHERER.

Lotus corniculatus L. Matériel 2.

Boutons récoltés par l'auteur le 8. VII. 1951, dans un éboulis siliceux fixé et gazonné, au-dessus de la Creusaz, à 2000 m d'altitude. A la métaphase hétérotypique, on compte, sans grande difficulté, $n = 12$ (fig. 10) [2]. Le diamètre des chromosomes varie entre 1 et 1,5 μ. Le noyau au repos est réticulé avec une douzaine environ de chromocentres dont certains paraissent susceptibles de s'agglomérer en chromocentres collectifs.

Ici encore, en raison de la jeunesse de nos plantes-témoins (conservées en herbier), leur détermination précise fut délicate, d'autant plus que notre matériel s'est révélé après coup quelque peu hétérogène. Il comprenait des plantes rampantes, certaines peu poilues, d'autres à villosité forte surtout dans les jeunes rameaux. Nous pencherions pour

[1] Alors que nous achevions la rédaction de cette étude, nous avons reçu la note de G. REESE (1953). Cet auteur a compté $2\,n = 16$ sur *Trifolium alpinum* L. (plantes du Tyrol).

[2] La méiose, cependant, ne nous a point paru tout à fait régulière. On note des univalents, et une certaine difficulté de séparation des bivalents. Dans les tétrades, il y a souvent des noyaux plus petits et pycnotiques.

la forme *minor* Rouy de la variété *hirsutus* Koch [1] (cf. GAMS *in* HEGI : « Illus. Flora von Mitteleuropa », Bd. IV (3), p. 1369).

Le nombre chromosomique du *Lotus corniculatus* L. (*sensu lato*) a été déterminé par de nombreux auteurs. Cependant GUINOCHET (1946) est le seul, à notre connaissance, qui ait fait une étude cytotaxinomique précise de quelques-unes des formes de cette espèce collective. D'après ce savant, la ssp. *eu-corniculatus* Briq. est un tétraploïde issu de la ssp. *tenuifolius* (L.) Gams. GUINOCHET a trouvé en effet le nombre $2\ n = 24$ pour les trois variétés *arvensis*, *hirsutus* et *gracilis*, comprises toutes les trois dans la ssp. *eu-corniculatus*, tandis que les deux variétés *pedunculatus* et *tenuifolius* de la ssp. *tenuifolius* se sont révélées diploïdes.

Malgré les différences morphologiques existant entre les deux sous-espèces, GUINOCHET considère comme vraisemblable que la ssp. *tenuifolius*, qui est moins robuste, possède des exigences écologiques plus étroites et une distribution géographique plus méridionale que la ssp. *eu-corniculatus*, soit l'ancêtre présumé de cette dernière. Mais la question paraît plus complexe à la lumière de nos résultats cytologiques. Notre matériel 2, qui se rapporte probablement à la variété *hirsutus* Koch, nous permet de confirmer un des résultats de GUINOCHET. Mais cet auteur n'a pas étudié la var. *alpinus* Ser. Celle-ci, d'après nos résultats sur le matériel 1, pourrait bien être l'ancêtre des variétés tétraploïdes de la ssp. *eu-corniculatus*, plutôt qu'une des formes de la ssp. *tenuifolius*. D'autre part, lorsque notre résultat sera confirmé et notamment étendu à d'autres populations de la variété *alpinus*, il nous paraîtra nécessaire de modifier la taxinomie intraspécifique du *Lotus corniculatus* L., telle que GUINOCHET l'a édifiée. En effet, si la ssp. *eu-corniculatus* possède au moins deux variétés différant par leur nombre chromosomique et leur distribution, peut-être aussi par leur écologie, il nous paraît difficile de ne pas donner à ces dernières un statut de sous-espèce et le statut d'espèce à la ssp. *eu-corniculatus* dont il conviendrait alors de détacher spécifiquement la ssp. *tenuifolius* pour en faire une espèce propre.

Il faut évidemment réserver l'avenir, mais quoi qu'il en soit, il nous a paru très intéressant de rencontrer, à 2000 m d'altitude dans les Alpes occidentales, une forme diploïde de *Lotus corniculatus*, qui pourrait bien être l'ancêtre des formes tétraploïdes qu'on rencontre surtout à des altitudes plus basses. Cet exemple n'est pas isolé et nous rappellerons à ce sujet les résultats de R. SÖLLNER (1950) sur l'espèce collective *Cerastium arvense* L. Le problème exige une étude très attentive, car à la même altitude, comme le prouvent nos résultats sur le matériel 2, on peut aussi trouver des formes tétraploïdes, celles-ci étant même largement répandues dans les Alpes.

En effet, pour essayer de nous faire une idée de la répartition dans les Alpes des Lotiers di- et tétraploïdes, nous avons fait germer quelques lots de graines rapportés par le collecteur de graines du Jardin botanique. Malheureusement, la détermination précise des plantes-témoins

[1] M. le Dr A. BECHERER est d'un avis différent et considère notre matériel 2 comme appartenant aussi à la var. *alpinus* (Schleicher) Ser.

s'est avérée impossible, car les exemplaires (sauf un) n'avaient plus que des fruits. Voici nos résultats :

		2 *n*
Lotus corniculatus L. var. ?	Col de l'Albula	24
Lotus corniculatus L. ssp. *eu-corniculatus* var. *arvensis* Ser. Détermination confirmée par M. le Dr A. Becherer, que nous sommes heureux de remercier ici.	Col de la Gemmi	24
Lotus corniculatus L. var. ?	Airolo	24

Les formes tétraploïdes sont donc largement répandues dans les Alpes. Des recherches personnelles seront entreprises pour retrouver la forme diploïde parmi les populations de la var. *alpinus* Ser.

Signalons que Senn (1938), dans son important travail sur la caryologie des Légumineuses, mentionne quelques précisions sur le matériel utilisé par divers auteurs dans leurs numérations chromosomiques. C'est ainsi que les plantes de *Lotus corniculatus* trouvées diploïdes par Kawakami, puis par Yamamoto, ainsi que Tschechow et Kartaschowa, appartiennent à la var. *japonicus* Regel. Or d'après Tischler (1950), cette variété se rattache à la ssp. *tenuifolius*. Senn, lui-même, a trouvé $n = 6$ dans la ssp. *tenuifolius* L. et ce résultat est confirmé encore par Pólya (1949) qui a compté $2\,n = 12$ sur des plantes de *Lotus tenuis* Kit, de Hongrie. Par contre, la var. *alpestris* Lamotte, étudiée par Tschechow et Kartaschowa, est tétraploïde. Il convient de ne pas confondre cette dernière qui, d'après Rouy et Foucaud, se rattache à la variété *arvensis* Ser. avec la var. *alpinus* Ser.

Ainsi donc, d'après les renseignements bibliographiques à notre disposition, aucune forme diploïde n'a été trouvée jusqu'ici par d'autres auteurs dans la ssp. *eu-corniculatus*. Nos résultats sur le matériel 1 n'en sont que plus intéressants. On pourrait évidemment nous objecter que notre Lotier alpin à $n = 6$ est un mutant « haploïde » isolé issu de la forme tétraploïde, qu'il est donc dérivé et non pas primitif. Seule une investigation plus étendue permettra de résoudre la question.

Enfin, concernant la morphologie des chromosomes, nous avons mis en évidence dans le génome du *Lotus corniculatus* diploïde (matériel 1) un chromosome beaucoup plus grand que les autres. Or Guinochet (*op. cit.*) figure dans le stock diploïde de la ssp. *tenuifolius* deux éléments de taille élevée. Il indique également deux chromosomes à satellite, ce que nous n'avons pu confirmer dans la variété *alpinus*. A ce détail près (et on sait combien l'observation des satellites est parfois délicate), on peut soutenir que le caryotype de la var. *alpinus* se rapproche beaucoup de celui de la ssp. *tenuifolius*.

Oxytropis montana (L.) D. C.

Plantes récoltées par l'auteur le 30. VII. 1951, dans un pierrier calcaire plus ou moins gazonné, au fond du val d'Emaney, à 1950 m

d'altitude, et fixées le lendemain [1]. Sur plusieurs très bonnes mitoses polliniques, on compte $n = 8$ (fig. 11). Deux chromosomes sont pourvus d'un satellite. Sur la plupart des préparations, les satellites ont été un peu déplacés par le rasoir, de sorte qu'on ne voit plus très bien à quels chromosomes ils appartiennent. Longueur des plus grands chromosomes : 2 μ. Le noyau au repos est semi-réticulé, avec environ 8 chromocentres de taille élevée et très chromophiles. Après la télophase, les noyaux présentent une polarité chromatique fort nette. Ajoutons qu'au stade pachytène, il existe une adhérence entre un filament chromatique et le nucléole (ou un des nucléoles, quand il y en a deux). Au point de contact, on observe un renflement fortement coloré en rouge par la réaction de Feulgen.

A notre connaissance, le nombre chromosomique de cette espèce n'a jamais été déterminé. D'après SENN (1938), le nombre de base de la tribu des *Astragalinae* est $x = 8$ et TSCHECHOW (*in* SENN) a compté $2\,n = 16$ dans plusieurs *Oxytropis* dont *O. Halleri*. Chose intéressante, les deux espèces alpines de ce genre, qui sont également répandues dans le Nord, ont des nombres plus élevés, soit, d'après A. et D. LÖVE (1948) :

Oxytropis campestris $n = 18$
» *lapponica* $n = 24$.

Hedysarum Hedysaroides (L.) Sch. et Thell.

Plantes récoltées par l'auteur le 21. VII. 1948, sur les escarpements gazonnés dominant le Triège, en dessous du col de Barberine, à environ 2100 m d'altitude. Les boutons ont été fixés le lendemain matin. A la métaphase hétérotypique, il est possible de compter $n = 7$ (fig. 12) ; le diamètre des chromosomes varie de 1,5 à 2 μ, mais les figures favorables sont rares. En effet, dans les anthères où ce stade se présente, la méiose est plus ou moins profondément altérée par la présence de multivalents. Nous n'avons pas l'intention d'étudier ici en détails les anomalies méiotiques présentées par notre matériel. Nous pensons y revenir ailleurs. Nous en donnerons toutefois une description préliminaire. La difficulté de compter les chromosomes à la métaphase hétérotypique tient au fait que les bivalents sont rarement dans un même plan. En outre, dans la plupart des noyaux, à côté des bivalents, il y a un ou peut-être deux quadrivalents. Ceux-ci offrent en général l'aspect d'une chaîne ouverte plus ou moins en zigzag, plus rarement celui d'un anneau. Mais il faut reconnaître que l'observation d'une chaîne fermée est plus difficile à cause des phénomènes de superposition qui peuvent se produire. On rencontre, sur des vues de profil, des métaphases normales, à cela près que les éléments d'une paire sont très étirés et paraissent avoir eu de la peine à se séparer (fig. 13). Assez souvent, un bivalent passe tout entier à l'un des pôles (fig. 14), ou il y a un quadrivalent en chaîne (fig. 15). Les divers aspects que peut revêtir le quadri-

[1] Nos plantes nous ont paru intermédiaires entre les deux ssp. *occidentalis* A. et G. et *Jacquini* (Beck) A. et G. Or, la vallée du Trient se trouve à la limite des deux aires de distribution, d'après la carte établie par M. MERXMÜLLER (1952).

valent à la métaphase sont en outre reproduits sur la figure 16. L'association entre bivalents peut s'observer déjà à la diacinèse, comme on le voit sur les figures 17 (jeune diacinèse) et 18 (diacinèse tardive). Sur cette dernière image, on distingue une chaîne de 4, 4 bivalents et 2 univalents.

Dans d'autres anthères, nous avons observé de nombreuses et belles mitoses polliniques. Dans certains grains de pollen, on compte facilement à la prophase tardive et à la métaphase (fig. 19) 7 chromosomes, et cette observation confirme le nombre trouvé à la métaphase hétérotypique. Mais à côté des grains de pollen normaux, il y en a beaucoup (entre 30 % et 50 %) d'anormaux. Ceux-ci sont plus grands que les autres, avec en général un grand noyau qui, en prophase tardive ou en métaphase, montre environ 14 chromosomes (fig. 20), parfois moins, par exemple 9. On rencontre aussi des grains de pollen à deux noyaux égaux [1], parfois à trois ou à quatre noyaux. Enfin, nous avons vu dans un grain de pollen, deux noyaux en prophase, plus ou moins confondus (fig. 21). Le nombre total des chromosomes dans ce cas est de quatorze. Cette image offre une certaine analogie avec les phénomènes que nous avons observés dans les cellules du tapis de diverses Caryophyllacées (Favarger, 1946), parce que les chromosomes sont contractés.

On peut se demander si les anomalies du pollen que nous venons de décrire sommairement sont l'aboutissement des irrégularités de la métaphase signalées ci-dessus (présence de quadrivalents). Nous ne le pensons pas. En effet, les anthères dont les grains de pollen étaient en grande partie à noyau non réduit présentaient des signes de dégénérescence : leur paroi, par exemple, ne renfermait que des noyaux pycnotiques et la pycnose s'étendait même aux noyaux des autres pièces florales. L'aspect histologique des boutons en question donnait l'impression d'organes malades ou avortés, le symptôme le plus visible étant une pycnose généralisée. Par contre les anthères contenant des cellules-mères à quadrivalents avaient un aspect général parfaitement normal. D'autre part, il nous a paru peu vraisemblable qu'une méiose troublée par la présence d'un ou deux quadrivalents puisse donner lieu à des grains de pollen à noyau non réduit ou plurinucléés.

Nous avons trouvé par la suite, dans notre matériel, des boutons floraux présentant des troubles très profonds de la méiose et en même temps l'aspect pathologique observé dans les anthères à grains de pollen anormaux. De nouveau ici, les noyaux de tous les tissus extérieurs au tapis et aux cellules-mères étaient fortement pycnotiques, les anthères avaient souvent un contour sinueux et un aspect « ramolli » comme si les membranes ne s'étaient pas différenciées normalement. Quant aux cellules-mères leur noyau offrait des anomalies nombreuses dont nous citerons les principales :

1° Des métaphases hétérotypiques avec disposition irrégulière des bivalents (fig. 22). Ces figures représentent à notre avis une accentuation des phénomènes observés plus haut dans les anthères à multivalents.

[1] Il ne s'agit évidemment pas ici de la division normale du noyau du grain de pollen en noyaux végétatif et reproducteur, ces derniers étant toujours inégaux.

2° Des figures rappelant plus une mitose qu'une méiose à ceci près que le degré de contraction des chromosomes est très élevé. En effet, on n'y observe pas en général de bivalents. Les chromosomes au nombre d'environ 14, très contractés et nettement clivés, sont disposés sans ordre, parfois presque dans un plan (fig. 23), le plus souvent sur une calotte sphérique ou hémisphérique (fig. 24). L'asyndèse est totale, mais les images sont méiotiques par la forte contraction des chromosomes. D'ailleurs, dans quelques noyaux, on observe un ou deux bivalents parmi les univalents (fig. 25). Tantôt les chromosomes sont si fortement tassés les uns contre les autres que la figure en devient illisible, tantôt au contraire, ils sont exagérément éparpillés. Puis les chromosomes subissent un commencement de déchromatinisation, la fente de clivage étant alors si apparente que les deux chromatides ont l'allure en « paires de skis » des pseudométaphases colchiciniques. Les figures rappellent aussi certaines images d'intercinèse entre les divisions hétérotypique et homéotypique. Enfin, on voit parfois des noyaux géants au repos, mais où les chromosomes, en nombre diploïde, sont encore discernables (fig. 26).

Les images que nous venons de décrire correspondent très vraisemblablement à des « anaphases » ou « télophases » de noyaux de restitution. Elles permettent de comprendre la présence dans les anthères plus âgées d'une forte proportion de grains de pollen à noyau non réduit (avec nombre diploïde de chromosomes), phénomène que nous avons signalé ci-dessus. Quant aux grains de pollen à deux noyaux confondus avec prophase à chromosomes contractés et clivés (cf. fig. 21), ils s'expliquent par un avortement un peu moins complet de la division hétérotypique ; les chromosomes plus ou moins appariés tendent à se séparer en deux noyaux mais n'y parviennent pas complètement. Nous avons observé aussi des grains de pollen à deux noyaux apparemment diploïdes et même à trois ou quatre noyaux. Aucune des images de méiose anormale, rapportées plus haut, ne rend compte de leur origine. On pourrait attribuer les premières à une mitose pure et simple remplaçant la méiose ou à une division que présenterait les noyaux de restitution, division annoncée par le clivage si net observé dans ces derniers, une telle division remplaçant la division homéotypique. Mais nous n'avons pas observé ces stades.

Signalons encore le fait intéressant que les noyaux des cellules tapétales, qu'il n'est pas toujours facile de distinguer des cellules-mères, ne sont pas simplement pycnotiques, comme ceux des tissus extérieurs, mais offrent des anomalies de la mitose sur lesquelles nous ne pouvons insister ici.

Enfin, notre matériel montrait aussi des boutons à anthères dont le contenu était entièrement avorté, les noyaux des autres tissus floraux étant plus ou moins pycnotiques.

En résumé, le nombre chromosomique d'*Hedysarum Hedysaroides* est $n = 7$. Ce nombre à notre connaissance n'a pas été déterminé jusqu'ici [1].

[1] Mlle Delay (1939) indique 2 $n = 14$ pour *Hedysarum obscurum* (= *H. Hedysaroides* !), mais ce nombre n'est pas rapporté par Senn et ne se trouve dans aucune des listes que nous

Il concorde avec celui trouvé par SAKAI (*in* SENN, 1938) sur *Hedysarum elongatum* Fisch. var. *albiflorum* Ledeb.

Le matériel fixé dans les Alpes du Bas-Valais présentait une série d'anomalies méiotiques allant de la présence de multivalents à la méiose à une asyndèse totale avec noyaux de restitution, puis à un avortement complet des anthères. Il est difficile de ne pas voir dans ces troubles une série graduelle. Les anomalies du pollen : microspores à noyau non réduit ou plurinucléées avec noyaux plus ou moins confondus, s'expliquent en partie par les figures de méiose anormale que nous avons vues, mais la présence simultanée dans la même anthère de grains normaux à $n = 7$ et de grains anormaux rend probable un stade précurseur où la méiose, moins profondément troublée, aboutirait dans une partie des cas à une réduction chromatique normale.

Quelle est la cause de ces troubles ? Il est naturellement très difficile de répondre à cette question. Pour autant que nous en ayons gardé le souvenir, les plantes fixées ne paraissaient pas anormales. Une cause externe, telle que l'intervention d'un parasite, un brusque retour de froid [1] ne sont pas à exclure. Nous ne pensons pas qu'il faille impliquer le temps écoulé entre la récolte du matériel et sa fixation (début de fanaison), car les grains de pollen diploïdes avaient une méiose parfaitement normale. Le trouble méiotique leur ayant donné naissance avait eu lieu certainement *avant* la récolte des boutons. On pourrait songer aussi à une cause génique. Nous pensons en particulier aux troubles méiotiques chez *Leontodon hispidus*, décrits par BERGMANN (1935).

Chez une plante de la var. *hyoseroides*, cet auteur a découvert divers troubles méiotiques présentant quelque analogie avec ceux d'*Hedysarum* : présence de tétravalents, asyndèse, grains de pollen multinucléés, etc. Mais le mécanisme impliqué paraît différent chez *Leontodon*, où la méiose est en général remplacée par une mitose, avec très faible contraction des chromosomes. BERGMANN n'a pas observé de noyaux de restitution et rapporte principalement les troubles observés à une méiose retardée (« abnorm verspätete Meiosis »). Sa figure 95, cependant, offre une ressemblance avec certaines des nôtres par le haut degré de contraction des chromosomes. Malgré des différences indubitables, les troubles décrits par nous chez *Hedysarum* paraissent du même ordre que ceux observés par l'auteur suédois. Cependant, l'état de pycnose des noyaux dans les tissus floraux entourant les anthères anormales de notre matériel, comme aussi la présence d'anthères complètement avortées rendent prudent dans l'interprétation. Nous ne pouvons discuter à fond la question avant d'entreprendre de nouvelles investigations sur un matériel plus étendu.

avons consultées (TISCHLER, LÖVE et LÖVE, DARLINGTON et JANAKI-AMMAL). Peut-être Mlle DELAY admet-elle la synonymie *H. elongatum* Fisch = *H. obscurum*. Les deux plantes en question sont certainement très voisines, mais ne nous paraissent pas identiques. Le nombre $2n = 14$ a été déterminé très récemment par REESE (1953) sur des plantes du Tyrol (cf. note 1, page 137).

[1] Le mois de juillet 1948 fut particulièrement froid et il y eut des chutes de neige en montagne vers la fin du mois.

Comme certaines des anomalies décrites pouvaient être le point de départ de polyploïdes naturels, nous avons jugé intéressant de compter les chromosomes d'autres individus d'*Hedysarum*, de provenance différente et nous avons mis à profit le matériel de graines récolté par le collecteur de graines du Jardin botanique. Voici les résultats de ces comptages effectués sur des pointes de racines :

		2 *n*
Hedysarum Hedysaroides	Col de la Gemmi, 2300 m	14
» »	près du glacier de l'Eiger, 2400 m . .	14
» »	Gantrisch	14

La figure 27 reproduit une métaphase somatique dans le matériel du Gantrisch. Les chromosomes sont assez grands et épais ; ils présentent le plus souvent une « constriction » médiane ou submédiane (longueur des plus grands : 5 μ).

Le noyau au repos est réticulé, à polarité chromatique nette, avec quelques gros chromocentres d'aspect réticulé. Cette structure a été étudiée par Mlle Delay (1939). La légère différence entre sa description et la nôtre tient peut-être au fixateur employé (Helly pour Mlle Delay, Nawaschin pour nous). Mlle Delay décrit en effet un « réticulum régulier avec des chromocentres assez petits ». Cependant, chez d'autres Hédysarées, le même auteur signale des « plages qui apparaissent plus chromatiques que le reste du noyau ».

Onobrychis montana D. C.

Des graines nous ont été rapportées du Gantrisch en 1951, avec des fruits que nous avons attribués à cette espèce. Le comptage des chromosomes a été effectué sur des méristèmes de racines. On dénombre sans difficulté $2\,n = 28$. Quatre chromosomes sont pourvus d'un satellite, comme le montre la plaque de la figure 28, la seule sur laquelle tous les satellites soient visibles [1]. Les chromosomes ont une longueur qui varie du simple au double (soit de 2 à 4 μ), et sont assez grêles. Le noyau au repos est voisin du type euchromocentrique. Sur un fond légèrement structuré se détachent une vingtaine au moins de chromocentres de petite taille. La différence de structure entre *Onobrychis montana* et *Hedysarum Hedysaroides* (qui appartiennent à la même tribu) tient probablement surtout à la différence de largeur des chromosomes (comparer les figures 27 et 28).

Le nombre chromosomique d'*Onobrychis montana* est rapporté ici pour la première fois. D'après les déterminations les plus récentes, (Lewitsky, Romanenko, etc. *in* Tischler, 1950), ce nombre est aussi celui de l'espèce voisine *Onobrychis viciaefolia*. Pour le moment donc, la cytologie ne permet pas de confirmer, ni d'ailleurs d'infirmer l'hypothèse de Koch rapportée par Hegi (*op. cit.*, Bd IV (3), p. 1492), selon

[1] Par suite d'un accident dû au rasoir ou à l'étalement, la plaque présente une fissure qui, par bonheur, n'a pas atteint de chromosomes.

laquelle *O. viciaefolia* descendrait d'*O. montana*. Le parent diploïde des deux espèces reste encore à trouver ! (cf. *addendum*, p. 165).

Laserpitium Halleri Crantz

Plantes récoltées par l'auteur le 28. VII. 1951, sur les escarpements gneissiques dominant la route d'Emosson à Barberine, à environ 1800 m d'altitude. A l'anaphase hétérotypique, on compte facilement $n = 11$ (fig. 29). Les chromosomes sont de taille moyenne (2 μ de diamètre). Sur des métaphases de profil, on remarque deux à trois bivalents en anneau (fig. 30), les autres n'ont qu'un chiasma, « terminalisé ». Le nombre haploïde est confirmé par l'examen des mitoses polliniques (fig. 31). Le noyau au repos est réticulé à polarité chromatique (« noyau à calotte »), avec quelques chromocentres collectifs d'aspect réticulé. Mlle DELAY a décrit chez *Laserpitium gallicum* des noyaux réticulés à calotte. Quant au nombre de chromosomes du *L. Halleri*, il n'était pas connu jusqu'ici. Il concorde avec ceux trouvés dans d'autres espèces du genre, soit *Laserpitium latifolium* (WANSCHER, 1934) et *L. prutenicum* (WULFF, 1939).

Ajuga pyramidalis L.

Boutons récoltés par l'auteur le 18. VII. 1951, au-dessus de la Creusaz à l'altitude de 2000 m (bois de mélèzes sur terrain siliceux), et fixés le jour même. Fixé trop tard pour l'étude de la méiose, ce matériel montre de bonnes mitoses polliniques. Sur une plaque équatoriale on compte facilement $n = 16$ (fig. 32). La longueur des chromosomes varie entre 1,5 et 2 μ. Un d'entre eux est plus long que les autres. Le noyau au repos est semi-réticulé, avec des chromocentres de petite taille dont le nombre moyen est compris entre 10 et 20. Cette structure se rapproche de celle décrite par Mlle DELAY (1948) chez les *Teucrium* et spécialement chez *Teucrium Arduini*. Quant au nombre chromosomique, il a été établi par A. et D. LÖVE (1944) sur des mitoses somatiques ($2\,n = 32$). La figure que donnent ces auteurs montre une paire de chromosomes de taille plus grande que les autres. Leur matériel a été récolté sur le Riseberga en Scanie. Cette espèce nordique et alpine (d'après HEGI) offre donc le même caryotype dans le nord de l'Europe et dans les Alpes. L'existence d'hybrides entre nos espèces indigènes d'*Ajuga* est sans doute facilitée par l'identité de nombre chromosomique des *Ajuga reptans*, *genevensis* et *pyramidalis*.

Horminum pyrenaicum L.

Notre matériel consistait en graines récoltées au cours d'une excursion botanique au val Colla (pied du Mte Torrione, à environ 1600 m d'altitude), en juillet 1950, et en plantes acclimatées au Jardin botanique et venant du même endroit.

Les graines sont entourées d'une couche de mucilage qui se gonfle fortement au contact de l'eau et paraît favoriser la germination. Dans les méristèmes radiculaires, on compte facilement $2\,n = 12$.

L'idiogramme paraît le suivant :

$$2\,L + 2\,m + 2\,c\,(\text{SAT}) + 6\,c\ (\text{fig. } 33).$$

Deux chromosomes portent un satellite ; les deux éléments L ont une constriction subterminale et mesurent environ 3 μ. Le noyau au repos, étudié sur des préparations fixées au Helly et colorées au Feulgen, est très peu chromophile, presque aréticulé, avec au maximum une dizaine de chromocentres peu distincts. Sur le matériel de boutons floraux, on compte $n = 6$ à la métaphase hétérotypique. Un chromosome est plus gros que les autres (fig. 34). Dans les noyaux au repos, on observe que deux chromocentres sont accolés au nucléole (chromocentres paranucléolaires). Au stade pachytène, on voit constamment un chromocentre unique accolé au nucléole (fig. 35). Par la suite (strepsitène ou jeune diacinèse) la dualité de ce corpuscule, fortement coloré au Feulgen, apparaît avec la plus grande netteté et, sur la figure 36, on distingue un satellite appendu à un des deux chromocentres. *Les chromocentres*

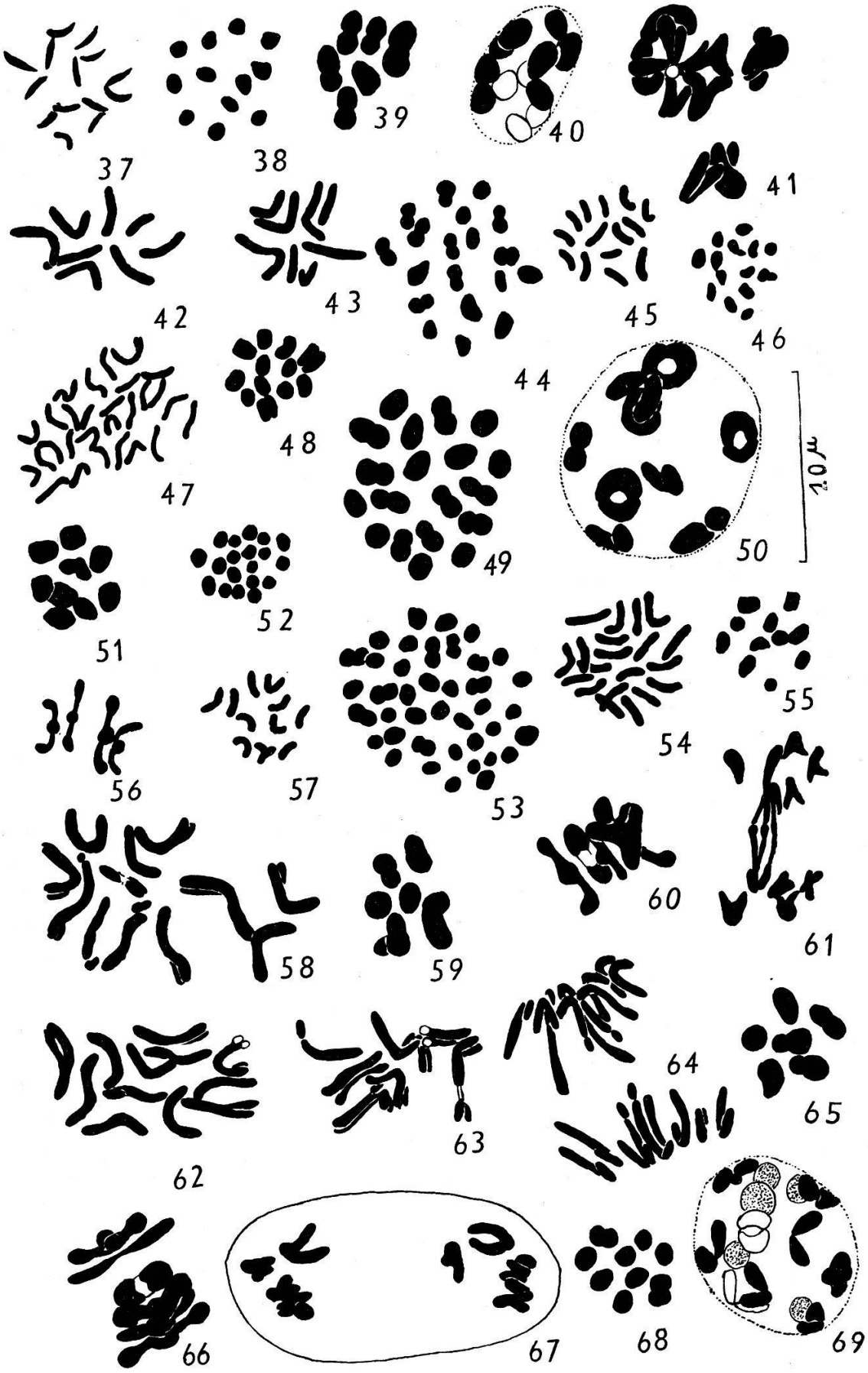
Fig. 1. *Moehringia ciliata* : Anaphase I.
Fig. 2. *Petrocallis pyrenaica* : Métaphase somatique (racine).
Fig. 3. *Petrocallis pyrenaica* : Métaphase I.
Fig. 4. *Arabis coerulea* : Métaphase I.
Fig. 5. *Sedum Anacampseros* : Métaphase somatique (pièce florale).
Fig. 6. *Sedum alpestre* : Métaphase I.
Fig. 7. *Sempervivum montanum* : Métaphase II.
Fig. 8. *Trifolium alpinum* : Métaphase somatique (racine).
Fig. 9. *Lotus corniculatus* L. ssp. *eucorniculatus* : Mitose pollinique (Emaney).
Fig. 10. *Lotus corniculatus* L. ssp. *eucorniculatus* : Métaphase I (La Creusaz).
Fig. 11. *Oxytropis montana* : Mitose pollinique.
Fig. 12. *Hedysarum Hedysaroides* : Métaphase I.
Fig. 13. *Hedysarum Hedysaroides* : Métaphase I. Vue de profil.
Fig. 14. *Hedysarum Hedysaroides* : Non disjonction d'un bivalent (métaphase I).
Fig. 15. *Hedysarum Hedysaroides* : Quadrivalent (métaphase I).
Fig. 16. *Hedysarum Hedysaroides* : Divers aspects du quadrivalent (métaphase I).
Fig. 17. *Hedysarum Hedysaroides* : Aspect du quadrivalent au début de la diacinèse.
Fig. 18. *Hedysarum Hedysaroides* : Diacinèse tardive.
Fig. 19. *Hedysarum Hedysaroides* : Métaphase d'un grain de pollen normal.
Fig. 20. *Hedysarum Hedysaroides* : Métaphase d'un grain de pollen diploïde.
Fig. 21. *Hedysarum Hedysaroides* : Prophase d'un grain de pollen à noyaux plus ou moins confondus.
Fig. 22. *Hedysarum Hedysaroides* : Métaphase I irrégulière.
Fig. 23. *Hedysarum Hedysaroides* : Pseudo-anaphase d'un noyau de restitution.
Fig. 24. *Hedysarum Hedysaroides* : Pseudo-télophase d'un noyau de restitution.
Fig. 25. *Hedysarum Hedysaroides* : Pseudo-télophase avec 2 bivalents.
Fig. 26. *Hedysarum Hedysaroides* : Noyau de restitution au repos.
Fig. 27. *Hedysarum Hedysaroides* : Métaphase somatique (matériel du Gantrisch, racine).
Fig. 28. *Onobrychis montana* : Métaphase somatique (racine).
Fig. 29. *Laserpitium Halleri* : Anaphase I.
Fig. 30. *Laserpitium Halleri* : Métaphase I. Vue de profil.
Fig. 31. *Laserpitium Halleri* : Mitose pollinique.
Fig. 32. *Ajuga pyramidalis* : Mitose pollinique.
Fig. 33. *Horminum pyrenaicum* : Mitose somatique (racine).
Fig. 34. *Horminum pyrenaicum* : Métaphase I.
Fig. 35. *Horminum pyrenaicum* : Pachytène avec chromocentre paranucléolaire.
Fig. 36. *Horminum pyrenaicum* : Aspect du bivalent paranucléolaire au strepsitène.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
10 μ
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36

paranucléolaires ne sont donc pas ici des satellites, mais des régions hétérochromatiques voisines du satellite. De plus les images observées *donnent une preuve irréfutable de la réalité du parasynapsis.* En effet le repliement du spirème, imaginé par certains auteurs pour expliquer le passage des anses pachytènes aux filaments doubles du strepsitène, peut se concevoir pour les régions filamenteuses des chromosomes, mais non pour des corpuscules sphériques dont la dualité ne peut venir que d'une bipartition (ou écartement de deux masses précédemment confondues). Ces conclusions sont en tout point identiques à celles que nous avons déduites de l'étude des phénomènes prophasiques chez les Mélastomatacées (FAVARGER, 1952, p. 33 et 34).

Le nombre chromosomique d'*Horminum* est rapporté ici pour la première fois. Le nombre de base $x = 6$ se rencontre dans plusieurs genres de Labiées, par exemple dans les genres *Salvia*, *Monarda*, etc., mais les affinités du genre monotypique *Horminum*, très isolé dans la flore alpine, paraissent exister surtout avec des genres extra-européens dont la cytologie n'est pas connue. D'après SCHRÖTER (1926), cette plante représente un type endémique très ancien (« ein paläogener tertiärer Endemismus ») et il est intéressant de constater qu'une telle plante est diploïde.

Fig. 37. *Erinus alpinus* : Mitose somatique (racine).
Fig. 38. *Bartsia alpina* : Métaphase I.
Fig. 39. *Pedicularis verticillata* : Métaphase II.
Fig. 40. *Pedicularis verticillata* : Intercinèse (un seul noyau a été représenté).
Fig. 41. *Pedicularis verticillata* : Métaphase I. Vue de profil (ovule).
Fig. 42. *Pedicularis ascendens* : Mitose pollinique.
Fig. 43. *Pedicularis gyroflexa* : Mitose pollinique.
Fig. 44. *Orobanche reticulata* : Métaphase I.
Fig. 45. *Phyteuma globulariifolium* : Mitose pollinique.
Fig. 46. *Phyteuma hemisphaericum* : Métaphase II (Valais).
Fig. 47. *Phyteuma hemisphaericum* : Métaphase somatique (racine) (Grisons).
Fig. 48. *Phyteuma betonicifolium* : Métaphase I.
Fig. 49. *Adenostyles leucophylla* : Anaphase I.
Fig. 50. *Achillea nana* : Diacinèse.
Fig. 51. *Artemisia Genipi* : Métaphase I (ovule).
Fig. 52. *Arnica montana* : Métaphase II.
Fig. 53. *Senecio Doronicum* : Métaphase I.
Fig. 54. *Senecio uniflorus* : Mitose pollinique.
Fig. 55. *Centaurea nervosa* : Métaphase I.
Fig. 56. *Centaurea nervosa* : Métaphase I. Vue de profil.
Fig. 57. *Centaurea nervosa* : Métaphase II.
Fig. 58. *Leontodon helveticus* : Métaphase somatique (racine) (Grisons).
Fig. 59. *Leontodon helveticus* : Métaphase I (Valais).
Fig. 60. *Leontodon helveticus* : Métaphase I. Vue de profil (Valais).
Fig. 61. *Leontodon helveticus* : Anaphase I (Valais).
Fig. 62. *Leontodon montanus* : Métaphase somatique (racine).
Fig. 63. *Leontodon montanus* : Métaphase somatique. Vue de profil (racine).
Fig. 64. *Leontodon montanus* : Anaphase (racine).
Fig. 65. *Leontodon montanus* : Métaphase I.
Fig. 66. *Leontodon montanus* : Métaphase I. Vue de profil.
Fig. 67. *Leontodon montanus* : Anaphase I.
Fig. 68. *Hieracium Peletierianum* : Métaphase I.
Fig. 69. *Hieracium Peletierianum* : Diacinèse.


37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
1.0 μ
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69

Erinus alpinus L.

Graines récoltées en 1949 au-dessus de Morcles (Valais), à 2000 m d'altitude. Mises à germer en décembre 1950, elles ont germé facilement et complètement. Sur des métaphases, dans les méristèmes radiculaires, on compte $2\,n = 14$ (fig. 37). Les chromosomes ont une longueur assez uniforme de 2 μ. Le noyau au repos est aréticulé à euchromocentres. Le nombre chromosomique de cette espèce n'a pas été déterminé jusqu'ici [1]. Il offre de l'intérêt pour deux raisons principales :

1° Le genre *Erinus* est placé en général au voisinage du genre *Digitalis*. Or les espèces de ce dernier sont toutes polyploïdes, et DARLINGTON et JANAKI AMMAL se demandent si le nombre de base de *Digitalis* est $x = 7$ ou $x = 28$. Notre numération pour *Erinus* permet d'envisager comme probable le nombre de base $x = 7$ également pour *Digitalis*. Cette hypothèse cadre avec la numération récente de YAKAR (*in* DELAY, 1950-1951) qui a compté $n = 35$ chez *Digitalis ferruginea*.

2° Au point de vue phytogéographique, *Erinus alpinus* appartient au même groupe qu'*Horminum pyrenaicum*. Il s'agit également d'un genre monotypique dont l'origine lointaine, d'après SCHRÖTER (*op. cit.*, p. 1148), est la Méditerranée. Cette espèce, comme l'*Horminum pyrenaicum*, est diploïde.

Bartsia alpina L.

Boutons floraux récoltés par l'auteur le 27. VII. 1951, dans un marécage au-dessus d'Emosson (alt. 1900 à 2000 m). A la métaphase hétérotypique, on compte facilement $n = 12$ (fig. 38). Diamètre d'un chromosome : 1,5 μ. Le noyau au repos paraît semi-réticulé, sur les préparations colorées par la méthode de Feulgen. Sur un fond légèrement structuré se détachent des chromocentres généralement sphériques au nombre d'une quinzaine environ. Le nombre chromosomique que nous avons trouvé concorde avec celui observé par von WITSCH (1932) et par Mme MATTICK (*in* TISCHLER, 1950). Mais *Bartsia alpina* paraît avoir dans les Alpes trois races chromosomiques, car DOULAT (1946), sur du matériel du col du Lautaret, a compté $2\,n = 36$ (race hexaploïde) et Mme MATTICK (*in* TISCHLER, 1950), au Tyrol, $2\,n = 12$ (race diploïde). Il serait intéressant de savoir si à ces nombres différents correspondent une morphologie et une écologie différentes.

Dans un travail récent, BÖCHER et LARSEN ont déterminé $2\,n =$ env. 28 sur du matériel de l'ouest du Groenland et se demandent si les plantes du Nord ont un autre nombre de base ($x = 7$) que celles de l'Europe centrale. Jusqu'ici en tous cas, c'est dans les Alpes que se trouvent les plantes ayant le nombre chromosomique le plus bas ($n = 6$) qui ait été constaté dans cette espèce.

La structure du noyau de *Bartsia alpina* a été étudiée en détail par DOULAT sur la forme à $2\,n = 36$. Cet auteur la considère comme euchromocentrique. Sur celles de nos préparations que nous avions colorées

[1] Le nombre $2\,n = 14$ a été déterminé très récemment par G. REESE (1953) sur du matériel du Jardin botanique de Göttingen (cf. note 1, page 137).

au violet de gentiane, l'aspect du noyau paraît donner raison à DOULAT, car on ne voit pas de réseau, mais seulement des euchromocentres dont les uns sont gros et très colorés, d'autres « à la limite de la visibilité » (comme l'écrit l'auteur français). Mais, au Feulgen, nous avons l'impression d'une structure reliant les chromocentres. Le désaccord ne porte d'ailleurs que sur un point de détail difficile à trancher et peut s'expliquer par la différence du matériel et celle du fixateur employé. Von WITSCH (1932), sur des plantes à $n = 12$, décrit un noyau, pauvre en chromatine, possédant de petits chromocentres dont le nombre correspond à peu près au nombre haploïde. Nos observations confirment entièrement celles de l'auteur autrichien.

Pedicularis verticillata L.

Plantes récoltées par l'auteur le 20. VII. 1948, entre Salanfe et le col d'Emaney, à 2100 m d'altitude. A la métaphase homéotypique, on compte $n = 6$ (le plus grand chromosome mesure 3 μ sur 1 μ) (fig. 39). Ce nombre nous ayant paru surprenant, étant donné que les autres *Pedicularis* dont la cytologie a été étudiée ont tous $n = 8$, nous avons cherché à le confirmer. A l'intercinèse (stade à deux noyaux) où les chromosomes restent individualisés, on n'en compte jamais plus de 6 (fig. 40). Il faut simplement prendre garde au fait que la fente de clivage de la future division homéotypique les a presque complètement séparés en leurs deux chromatides. Enfin, dans les ovules, on observe tant à la diacinèse que sur des vues de profil de la métaphase hétérotypique 6 gemini (fig. 41).

Les chromosomes somatiques de cette espèce sont longs et relativement larges, comme nous avons pu le voir sur des métaphases, dans les boutons floraux [1] (la longueur atteint 5 μ et la largeur 1 μ). La structure du noyau, comme on pouvait s'y attendre, est bien différente de celle des deux Scrofulariacées précédemment étudiées ; elle est réticulée à euréticulée. Signalons enfin la présence de cinq à six archéspores dans les ovules. Le développement des cellules-mères des macrospores n'est pas simultané et on peut observer à la fois dans un ovule le stade synizesis et la métaphase hétérotypique.

Le nombre chromosomique du *Pedicularis verticillata* est rapporté ici pour la première fois. C'est pour le moment la seule espèce du genre dans laquelle $n = 6$, et même le *Pedicularis amoena* Adams, espèce asiatique voisine de la nôtre et appartenant à la même section (*Verticillatae* Maxim.), a $n = 8$, d'après SOKOLOVSKAJA et STRELKOVA (1938). Le caryotype du *P. verticillata* s'est donc différencié du caryotype fondamental du genre, peut-être par un phénomène de fragmentation et de fusion. Chose intéressante, alors que les hybrides de *Pedicularis* sont relativement fréquents dans les Alpes, on n'a pas signalé, à notre connaissance, d'hybrides dont un des parents est *P. verticillata* (ni dans HEGI, ni dans SCHINZ et KELLER : « Kritische Flora der Schweiz »).

[1] Celles-ci n'étaient pas assez claires pour permettre de compter 2 n avec une entière précision.

La structure du noyau du *P. verticillata* n'a pas été étudiée jusqu'ici. P. DANGEARD (*in* DELAY, 1948) a observé chez *Pedicularis palustris* un réseau grossier à chromocentres irréguliers, et Mlle DELAY (*op. cit.*) signale que les Rhinanthées ont un noyau plus riche en chromatine que les autres Scofulariacées.

La présence de deux files de tétrades dans les ovules du *P. verticillata* a été relevée par E. SCHMID (1906) ; cette observation cadre avec la pluralité des archéspores que nous avons observée. Le nombre des cellules en méiose, dans un même ovule, atteint, comme nous l'avons dit plus haut, cinq à six sur une même coupe. Il est probablement un peu plus élevé pour l'ensemble de l'ovule. Nous n'avons pas suivi l'évolution de ces cellules-mères.

Pedicularis ascendens Scheicher

Plantes récoltées par l'auteur le 30. VII. 1951, dans une prairie alpine sur calcaire, au fond du val d'Emaney, à 1950 m d'altitude.

Sur d'excellentes mitoses polliniques, on compte $n = 8$. La longueur des chromosomes varie du simple au double (soit de 2 à 4 μ) (fig. 42). Le noyau au repos est réticulé, à polarité chromatique, avec des chromocentres collectifs d'aspect réticulé. La pluralité des archéspores n'atteint pas dans cette espèce le même degré que dans *P. verticillata* ; cependant nous avons observé, plus d'une fois, deux archéspores par ovule, toutes deux au stade synizesis. Le nombre chromosomique de cette espèce n'a pas été publié jusqu'ici. Mais l'espèce voisine *Pedicularis tuberosa* L. possède (d'après von WITSCH et Mme MATTICK) huit chromosomes.

Pedicularis gyroflexa Vill.

Boutons récoltés par l'auteur le 23. VI. 1950, dans les rochers du sommet du Mte Torrione (Tessin), à 1800 m d'altitude, et fixés le soir. Dans les mitoses polliniques, on compte très facilement $n = 8$ (fig. 43). Les chromosomes présentent de grandes différences de taille (2 μ à 5 μ). Le noyau au repos est réticulé, à polarité chromatique, avec des plages réticulées plus chromophiles. Il ressemble à celui de l'espèce précédente. Nous n'avons pu observer les archéspores des ovules de cette espèce.

Le nombre chromosomique du *P. gyroflexa* n'était pas connu jusqu'ici.

Orobanche reticulata Wallroth

Plantes récoltées par l'auteur le 21. VII. 1951, sur une pente rocheuse escarpée à l'entrée du val d'Emaney, à 1500 m d'altitude. Ce parasite croissait sur *Carduus defloratus*. Sur plusieurs métaphases hétérotypiques, il est facile de compter $n = 19$ (fig. 44), car les chromosomes sont parfaitement séparés les uns des autres. Sept à neuf d'entre eux ont deux chiasmata, ce qui les fait paraître plus grands (grand axe : 2 μ). Le noyau au repos est réticulé, à réseau grossier et irrégulier, sans chromocentres bien individualisés. Il y a dans les anthères deux particularités remarquables :

1° Le tapis offre sur les coupes d'anthères jeunes une dissymétrie frappante : les cellules du bord interne (regardant le connectif) ont une évolution nucléaire en avance sur celles du bord opposé. Leurs deux noyaux plus ou moins confondus sont géants, alors que ceux du bord externe sont encore de taille normale. Les cellules du bord interne font saillie dans la cavité de l'anthère. L'activité mitotique du tapis commence de bonne heure puisqu'on peut y voir des mitoses hyperdiploïdes, alors que les cellules-mères sont encore au stade préleptotène.

2° Après la division hétérotypique, au stade de l'intercinèse, il se forme un sillon séparant plus ou moins la cellule-mère en deux cellules-filles et la division homéotypique se déroule dans deux cellules complètement ou partiellement indépendantes. Il y a comme un curieux retour au type successif qui, d'après SCHÜRHOFF (1926), serait le procédé phylogénétiquement le plus ancien. Nous avons décrit un phénomène semblable chez *Silene ciliata* Pourr. (FAVARGER, 1946) [1].

Il serait très intéressant de voir si ces deux particularités se rencontrent chez d'autres espèces d'Orobanche.

Le genre *Orobanche* a été fort peu étudié jusqu'ici au point de vue cytologique. PALMGREN (1943) a compté les chromosomes d'*O. lucorum* ($n = 19$). Il a obtenu, comme nous, d'excellentes images et sur la figure qu'il donne, on voit, comme sur notre figure 43, des bivalents à un et à deux chiasmata.

Phyteuma globulariifolium Sternb. et Hoppe

Boutons floraux récoltés par l'auteur le 27. VII. 1950, dans un éboulis siliceux au fond du val Muragl (Engadine), à 2600 m d'altitude, et fixés le soir même. Trop avancé pour l'étude de la méiose, notre matériel nous a fourni cependant de très bonnes mitoses polliniques, sur lesquelles on compte facilement $n = 14$ (fig. 45). La longueur des chromosomes varie entre 1,5 et 2,5 μ. Le noyau au repos est semi-réticulé avec une vingtaine environ de chromocentres de petite taille, susceptibles de s'agglomérer en chromocentres collectifs.

Le nombre chromosomique du *P. globulariifolium* a été déterminé par Mme MATTICK (*in* TISCHLER, 1950). Cet auteur a compté $2\,n = 24$ sur des mitoses de boutons floraux. Comme les plaques somatiques de *Phyteuma* sont souvent difficiles à lire et que l'auteur allemand a utilisé la technique des frottis au carmin acétique, nous pensons que le nombre $2\,n = 24$ demande confirmation. On pourrait évidemment nous objecter que notre matériel se rapportait au *P. pedemontanum* R. Schulz qui, d'après SCHULZ (1904) et HEGI (*op. cit.*, Bd. VI (1), p. 385), remplacerait à l'ouest de l'Ortler le *P. globulariifolium*. BRAUN-BLANQUET (1934) est également d'avis que c'est *P. pedemontanum* qu'on rencontre dans les Alpes des Grisons. Cependant, KUNZ, dans son intéressante notice

[1] Tewfik FAHMY, dans un travail récent (1951), a observé dans la race pentaploïde de *Plantago albicans*, la division des cellules-mères suivant le mode successif (rare chez les Dicotylédones).

de 1940, discute à fond le cas de ces deux « espèces » et parvient à la conviction qu'un diagnostic, sans indication de localité, est impossible. Il propose par suite de les réunir et de donner à la forme occidentale, qui ne serait typique qu'à partir du Valais, le nom de var. *pedemontanum* du *P. globulariifolium*. Il ajoute que la comparaison d'exemplaires des Grisons, du sud du Tyrol et de Styrie, permet de conclure à leur identité quasi totale. KUNZ ne nie pas qu'il puisse exister entre les plantes occidentales et orientales quelque différence d'ordre génétique. Il se place sur le terrain morphologique. Il convient certes de réserver l'avenir, mais nous serions très surpris, si le *Phyteuma globulariifolium* avait un nombre chromosomique différent aux Grisons et au Tyrol. Quant à la variété *pedemontanum*, lorsqu'on voudra en faire la cytologie, ce n'est pas dans l'Engadine qu'il faudra l'aller chercher, mais au Valais ou encore plus à l'ouest.

Enfin, le résultat que nous avons obtenu sur *Phyteuma hemisphaericum* (voir ci-dessous) rend encore moins probable l'existence de deux nombres chromosomiques dans la petite section *Lingulata*.

Phyteuma hemisphaericum L.

Matériel a. — Boutons floraux récoltés par l'auteur le 18. VII. 1951, sur des rochers gneissiques à la Creusaz (alt. 1900 m). Sur plusieurs très bonnes métaphases homéotypiques, on compte facilement $n = 14$ (fig. 46). Diamètre d'un chromosome : 1,5 μ. La structure du noyau est semblable à celle de l'espèce précédente.

Matériel b. — Graines récoltées par notre collecteur de graines en automne 1950, à Muottas Muragl (Grisons) (alt. environ 2300 m), et mises à germer en novembre 1952. Le 20 % environ des graines germe facilement sans traitement préalable, après conservation au frigorifique. Sur les mitoses des méristèmes radiculaires, nous avons pu compter $2\,n = 28$ (fig. 47). Ce nombre confirme celui qui a été obtenu sur le matériel a.

Chez *Phyteuma hemisphaericum*, Mme MATTICK (*in* TISCHLER, 1950) a compté $2\,n = 16$ et $2\,n = 24$. Il y aurait donc dans cette espèce plusieurs races chromosomiques. Nous répéterons ici la remarque faite à propos de l'espèce précédente. Des comptages chromosomiques précis dans les mitoses des pièces florales nous paraissent en effet assez aléatoires chez les *Phyteuma*.

Phyteuma betonicifolium Vill.

Boutons floraux récoltés par l'auteur le 18. VII. 1951, dans une lande à *Rhododendron ferrugineum* et *Nardus stricta* à la Creusaz (alt. 1800 à 1900 m). A la métaphase hétérotypique, on compte facilement $n = 12$ (fig. 48). Diamètre de la plupart des chromosomes : 1,5 μ. Deux d'entre eux sont un peu plus grands que les autres. Le noyau au repos est semi-réticulé à réticulé, avec des chromocentres dont le nombre est difficile à apprécier, soit qu'ils se réunissent pour former des chromocentres collectifs, soit qu'ils se détachent mal des filaments du réseau. Mlle DELAY

(1948) a décrit chez *P. limonifolium* une structure « intermédiaire entre les types réticulé et semi-réticulé » avec des « chromocentres proximaux souvent collectifs, et de petits chromocentres distaux punctiformes ».

Dans le genre *Phyteuma*, tel que l'a circonscrit SCHULZ (*op. cit.*), il paraît exister plusieurs nombres de base. Cependant, nous avons l'impression que l'étude cytologique de ce genre serait à reprendre sur des bases systématiques et phytogéographiques plus solides. En effet, la plupart des auteurs ont travaillé sur du matériel de jardins botaniques dont le nom n'est même pas toujours cité correctement. C'est ainsi que MARCHAL (1920) a compté $n = 13$ dans *P. chamaelioides* (*sic* !), alors que ROSEN (1931) indique $n = 18$ dans *P. Scheuchzeri*. Ces divergences qui reposent peut-être en partie sur des erreurs de détermination, obligent à rester sur la réserve dans l'application des données cytologiques à la taxinomie du genre *Phyteuma* jusqu'à ce qu'une monographie soit faite dans l'esprit que nous indiquions ci-dessus.

Adenostyles leucophylla (Willd.) Rchb.

Plantes récoltées par l'auteur le 27. VII. 1950, dans un pierrier gneissique, au fond du val Muragl, à 2600 m d'altitude. Nos échantillons nous ont paru appartenir à la var. *multiflora* Jos. Braun. (capitules multiflores : 20-30 fleurs, face supérieure des feuilles et bractées nettement, mais non fortement, floconneuses. Dents des feuilles assez irrégulières. Involucre à 11-12 bractées). Nous n'avons fixé que des boutons appartenant à des plantes typiques, à feuilles dépourvues d'oreillettes, car dans la même station, nous avons cueilli également quelques pieds d'*A. intermedia* Hegetsch = hybride présumé d'*A. leucophylla* × *A. Alliariae*.

Sur une anaphase hétérotypique excellente, on compte $n = 19$ (fig. 49). Les chromosomes, pour la plupart ovoïdes, ont un grand axe variant de 1,5 à 2 μ. La moitié environ apparaissent formés de deux parties. Il s'agit, comme le montrent les métaphases vues de profil, d'éléments à deux chiasmata. Les autres n'en ont qu'un. Le noyau au repos est réticulé à euréticulé, avec une légère tendance à la polarité chromatique.

Le nombre chromosomique de cette espèce n'a jamais été publié. Il cadre avec les numérations de LANGLET (1936) sur *A. Alliariae* et *A. glabra* (matériel de jardins botaniques). Il est de nouveau intéressant de constater que nos trois espèces alpines d'Adénostyles, entre lesquelles on a signalé plusieurs hybrides, ont le même nombre de chromosomes. Il sera sans doute instructif d'étudier la cytologie de ces hybrides.

Achillea nana L.

Capitules récoltés par l'auteur le 17. VI. 48, dans une petite plaine alluviale, à 2460 m au Valsorey [1].

[1] Il s'agit d'une région intéressante que nous a montrée pour la première fois notre collègue et ami F. CHODAT. Cette région a été décrite récemment par Mlle H. DOYLE (1952).

A la métaphase hétérotypique, les chromosomes sont trop rapprochés les uns des autres pour qu'un comptage tout à fait satisfaisant soit possible. En revanche, on observe dans ce matériel d'admirables diacinèses (fig. 50), sur lesquelles 9 bivalents, dont environ 6 en anneau (à deux chiasmata), apparaissent distinctement. Le noyau au repos, très chromatique, est euréticulé, d'aspect plus granuleux que filamenteux.

Le nombre chromosomique de cette espèce n'a jamais été publié. Il concorde avec les numérations que nous avons effectuées chez *A. atrata* et *A. moschata* (FAVARGER, 1950). De nouveau ici, nous pensons que l'identité des nombres chromosomiques dans ces trois espèces a facilité l'hybridation. Il est vrai qu'on a signalé aussi un hybride : *A. atrata* $\times$ *A. Millefolium*. Or cette dernière espèce, au moins dans le nord de l'Europe, est polyploïde ($2\,n = 54$) selon TURESSON (1938, *in* TISCHLER, 1950), VAARAMA (*in* LÖVE et LÖVE, 1948), CLAUSEN, KECK et HIESEY (1940). Il serait donc intéressant d'étudier dans les Alpes et dans le reste de la Suisse, la cytologie d'*Achillea Millefolium*.

Artemisia Genipi Weber

Matériel récolté par l'auteur le 17. VI. 1948, au Valsorey, sur le plateau morainique dont il a été question ci-dessus, à 2460 m d'altitude. A la métaphase hétérotypique, dans l'ovule, on compte facilement $n = 9$ (fig. 51). Diamètre d'un chromosome : 1,5 μ. Noyau réticulé, plutôt granuleux que filamenteux.

Le nombre chromosomique de cette espèce n'a pas été publié jusqu'ici, à notre connaissance. Le nombre de base principal du genre est $x = 9$.

Arnica montana L.

Capitules récoltés par l'auteur le 18. VII. 1951, dans le Rhodoreto-Vaccinietum, au-dessus de la Creusaz (alt. environ 2000 m).

Sur une métaphase hétérotypique et sur plusieurs plaques équatoriales de la division homéotypique, on compte $n = 19$ (fig. 52). Le diamètre des chromosomes à la métaphase I varie de 1 à 1,5 μ. Le noyau au repos est semi-réticulé avec le plus souvent un petit nombre de gros chromocentres collectifs.

AFZELIUS (1924), le seul auteur qui ait étudié la cytologie de cette espèce, n'a pas pu compter exactement les chromosomes et, se basant sur ses observations à la diacinèse, considère le nombre $n = 18$ comme étant le plus probable. D'autre part, en 1936, le même auteur publie $2\,n = 60$ pour *Arnica alpina*, tandis que FLOVIK, de même que SÖRENSEN et WESTERGAARD (*in* BÖCHER et LARSEN, 1950) ont trouvé pour cette dernière espèce : $2\,n = 56$. Enfin, SAKAI (*in* BÖCHER et LARSEN, 1950) a compté $2\,n = 40$ sur *Arnica unalaschensis*. Sur un matériel de l'ouest du Groenland, appartenant à *A. alpina*, BÖCHER et LARSEN (1950) comptent $2\,n = 76$ et publient un dessin très net d'une plaque équatoriale de racine. Discutant les nombres publiés par les auteurs précédents, il s'expriment ainsi (*op. cit.*, p. 28) : « Everything would be easily understood if *A. montana* and *unalaschensis* had $2\,n = 38$ and

the material of *A. alpina* studied by earlier writers $2n = 57$. 19 vould be the basic number and we should have a series of chromosome numbers being the basic number multiplied by 2, 3 and 4. This, of course, must be studied more closely in future. »

Notre détermination donne raison à l'hypothèse de BÖCHER et LARSEN, et il semble bien que le nombre de base du genre *Arnica* soit $x = 19$, ce qui l'éloigne de la plupart des *Senecioninae* ($x = 5$). Or, précisément, AFZELIUS (1924) constate qu'*Arnica montana* diffère des autres genres de cette tribu par le nombre des antipodes, qui est constamment de 2 chez *Arnica*.

Enfin, il est intéressant de remarquer que l'espèce arctique *A. alpina* possède un plus haut degré de polyploïdie que l'espèce des montagnes d'Europe.

Senecio Doronicum L.

Matériel récolté par l'auteur le 17. VI. 48, sur une vire gazonnée à 2200 m d'altitude, dans le Valsorey. A la métaphase hétérotypique, on compte $n = 40$ (fig. 53). Quelques chromosomes sont un peu plus grands que les autres et ont un aspect double, mais il est difficile de savoir s'il s'agit dans tous les cas de chromosomes à deux chiasmata (on en aperçoit effectivement quelques-uns sur les plaques de profil) ou de bivalents en vue légèrement oblique. Le diamètre varie entre 1 et 1,5 μ. Le nombre chromosomique de cette espèce a été déterminé par AFZELIUS (1949) sur une plante croissant au Jardin botanique de Stockholm. Notre numération confirme donc celle d'AFZELIUS.

Senecio uniflorus L.

Matériel récolté au cours d'une excursion botanique le 17. VII. 1950, sur les rochers gneissiques de la pente ouest du Schönhorn, au-dessus du col du Simplon (alt. 2300 m). Au même endroit, nous avons trouvé aussi quelques pieds de l'hybride : *S. incanus* × *uniflorus*, que nous avons fixés à part.

Tout le groupe des *incani* étant à l'étude dans notre laboratoire, nous nous contenterons ici d'un bref rapport.

Fixé trop tard pour l'étude de la méiose, le matériel de *S. uniflorus* présentait cependant des mitoses polliniques. Sur l'une d'entre elles, on compte $n = 20$ (fig. 54). La longueur des chromosomes varie entre 1,5 et 2,5 μ. Le noyau au repos est réticulé, avec quelques chromocentres réticulés (= plages plus chromophiles du réseau) et une tendance à la polarité chromatique.

Le nombre chromosomique de cette espèce n'a pas été déterminé jusqu'ici. Il concorde avec celui que nous avons trouvé dans *S. incanus* L. ssp. *euincanus* (Hermann) J. Braun (FAVARGER, 1949 et 1950). Ici, de nouveau, l'identité du nombre chromosomique a dû faciliter l'existence d'hybrides. Par contre, le vicariant oriental de la ssp. *euincanus*, dont BRAUN-BLANQUET a fait la ssp. *carniolicus*, est un polyploïde plus élevé (FAVARGER, 1950).

Centaurea nervosa Willd.

Capitules récoltés par l'auteur le 28. VII. 1951, dans le Rhodoreto-Vaccinietum, à l'entrée du val d'Emosson (alt. 1900 m).

A la métaphase hétérotypique, on compte facilement $n = 11$ (fig. 55). Le diamètre des chromosomes est compris entre 1 et 1,5 μ. Sur des plaques équatoriales, vues de profil, on a l'impression que les chiasmata ne sont pas toujours « terminalisés » (fig. 56). Enfin, à la métaphase homéotypique, on voit distinctement 11 chromosomes qui sont remarquables par leur faible degré de contraction (fig. 57). Dans deux cellules-mères, à la métaphase homéotypique, nous avons observé le résultat d'une division anormale : dans le premier cas, il y avait un groupe de 3 chromosomes d'un côté et, de l'autre, une plaque équatoriale avec une vingtaine de chromosomes, et dans le second, par suite d'une non-réduction, il y avait une seule grande plaque équatoriale à environ 22 chromosomes. Cette anomalie nous a paru très rare dans le matériel examiné.

Le noyau au repos est semi-réticulé avec, en général, une dizaine de chromocentres punctiformes.

Le nombre chromosomique de cette espèce n'a jamais été déterminé. Il cadre avec celui trouvé par Poddubnaja-Arnoldi (1931) sur *Centaurea Phrygia* L. (plante récoltée aux environs de Moscou). En effet, cette dernière espèce est voisine de *C. nervosa*, au point que dans les Alpes carniques et les Karawanken, il y aurait, d'après Hegi (*op. cit.*, Bd. VI (2), p. 957), entre ces deux espèces, des formes intermédiaires. Il semble bien que le nombre de base de la section *Jacea* Cass. soit $x = 11$ (*C. nigra*, *C. Jacea* : $2\,n = 22$ d'après Tischler, 1950). La seule espèce qui s'écarte de la norme étant *C. nigrescens*, avec $n = 12$. Peut-être ce nombre est-il sujet à révision.

Leontodon helveticus Mérat em. Widder

Matériel a. — Akènes récoltés par notre collecteur de graines, en octobre 1950, à Muottas Muragl (Engadine). La germination de cette espèce réussit facilement en laboratoire et nous avons fixé des pointes de racines en janvier 1951. A la métaphase, on compte facilement $2\,n = 12$ (fig. 58). Plus difficile est l'établissement d'un idiogramme, car bien que les chromosomes soient de grande taille et assez différenciés, il n'est pas toujours possible d'identifier chaque élément sur les diverses plaques. La confrontation d'un certain nombre de plaques équatoriales et l'examen d'anaphases nous amènent à la conviction qu'il y a chez *Leontodon helveticus* (à la mitose) deux chromosomes très longs (longueur environ 5,5 μ), pourvus d'un satellite de petite taille [1], et deux chromosomes de taille moyenne, à constriction submédiane, portant chacun un volumineux satellite. Les gros satellites sont souvent déplacés par le rasoir, mais à l'anaphase on les voit très bien « en place », c'est-à-dire à l'extrémité des chromosomes dont ils dépendent. Les autres chromo-

[1] La plupart du temps, on n'en voit qu'un, mais sur une plaque, nous les avons aperçus tous deux.

somes sont de taille subégale, sauf une paire qui paraît un peu plus petite (environ 3 μ).

Le noyau au repos est réticulé à polarité chromatique.

Matériel b. — Capitules récoltés par l'auteur le 18. VII. 1951, au-dessus de la Creusaz, à l'altitude de 2000 m. Ce matériel permet de confirmer et de préciser les résultats obtenus sur celui des Grisons. A la métaphase hétérotypique, on observe six chromosomes dont un très grand, trois moyens et deux plus petits (fig. 59). Sur des vues de profil (fig. 60), on voit que plusieurs gemini (apparemment 4) ont des chiasmata non terminalisés. Le cinquième est en anneau et le sixième, non visible sur la figure 60, est un bivalent à un seul chiasma. Une anaphase est représentée sur la figure 61, où l'on voit deux gemini dont le chiasma paraît particulièrement solide. Les chromosomes déjà séparés ont une fente de clivage très visible, comme il apparaît sur les figures de Darlington (bivalents du type I).

Nous discuterons nos observations après avoir traité l'espèce suivante :

Leontodon montanus Lam.

Matériel récolté par l'auteur le 30. VII. 1951, dans un pierrier calcaire, au fond du val d'Emaney, à 1950 m d'altitude. Des capitules ont été fixés le lendemain. En outre, quelques plantes ont été acclimatées au Jardin botanique de Neuchâtel et leurs akènes mis à germer en hiver 1952.

Sur une métaphase somatique, dans le méristène radiculaire, on compte facilement $2\,n = 12$ (fig. 62). La morphologie des chromosomes est encore plus difficile à préciser que dans l'espèce précédente et nous n'avons pas obtenu encore de plaques équatoriales satisfaisantes à ce point de vue. Cependant sur des métaphases de profil (fig. 63) et des anaphases (fig. 64), on voit qu'une paire de chromosomes, de taille moyenne, porte un volumineux satellite. Comme dans *Leontodon helveticus*, il y a une paire d'éléments très longs (5,5 à 6 μ), mais nous n'y avons pas vu nettement de satellites. Les chromosomes les plus courts mesurent environ 3,5 μ.

A la métaphase hétérotypique, 6 chromosomes apparaissent nettement (fig. 65). Les différences de taille sont difficiles à préciser, car elles sont fortement influencées par la forme des chiasmata et par la position parfois légèrement oblique des bivalents sur la plaque équatoriale. Il y a en tous cas un chromosome plus petit et sphérique. Sur des métaphases de profil, on observe, comme dans l'espèce précédente, quatre bivalents dont les chiasmata ne sont pas terminalisés, un bivalent en anneau et un bivalent à un chiasma (fig. 66). Enfin, à l'anaphase, un chromosome se distingue par une fente de clivage particulièrement profonde (fig. 67). Le noyau au repos est réticulé, à polarité chromatique.

Bien que le genre *Leontodon* ait fait l'objet déjà de nombreuses études cytologiques, le nombre chromosomique des deux espèces ci-dessus n'a jamais été déterminé à notre connaissance. Bergmann (1935) fait remar-

quer que *Leontodon autumnalis* est jusqu'ici la seule espèce du genre qui possède douze chromosomes. *Leontodon helveticus* et *montanus* n'appartiennent pas à la même section que cette dernière espèce, mais à la section *Dens leonis* Koch qui renferme en outre *L. hispidus* : $2\ n = 14$. Les données cytologiques ne cadrent pas avec les divisions systématiques et ceci donne à penser que la taxinomie du genre *Leontodon* serait à revoir [1].

Le caryotype de *Leontodon autumnalis* a donné lieu à des observations assez divergentes. Tandis que S. NAWASHIN et K. MEYER (*in* MEYER, 1925) ont observé deux chromosomes satellitifères à satellites inégaux, BERGMANN (1935) décrit une paire pourvue de satellites égaux et une paire dissymétrique dont un seul élément est satellitifère. Enfin, Miss ELLIOT (1950) trouve dans cette espèce six chromosomes à satellites. Le caryotype du *Leontodon helveticus* que nous avons pu étudier avec assez de précision se rapproche de celui du *L. autumnalis* tel qu'il est décrit par BERGMANN, en ce sens qu'il comporte une paire de longs chromosomes, une paire de petits et huit chromosomes de taille intermédiaire, parmi lesquels se trouve une paire d'éléments à satellites. Il en diffère par le fait que les satellites de la paire de longs chromosomes sont beaucoup plus petits que ceux de la paire moyenne. Le caryotype du *L. helveticus* est-il asymétrique, comme celui du *L. autumnalis* ? On pourrait le penser, en voyant des plaques comme celle de la figure 58. Cependant, comme nous l'avons dit plus haut, nous avons vu sur une plaque deux chromosomes longs, portant chacun un satellite de petite taille. Il est vrai que cette image n'avait pas une clarté parfaite. Nous nous demandons seulement si, en raison de leur petite taille, ces satellites (ou l'un d'entre eux) ne peuvent pas facilement échapper à l'examen.

Dans *L. montanus*, pour le moment, nous n'avons vu qu'une paire de chromosomes de taille moyenne, à satellites volumineux, correspondant à une des paires de chromosomes de *L. helveticus* et probablement aussi de *L. autumnalis*. La paire d'éléments longs ne nous a point paru porter de satellites, mais nous ne pouvons donner à ce sujet de garantie absolue.

On voit par ce qui précède qu'une étude précise du caryotype des différentes espèces du genre *Leontodon*, ainsi que le prévoyait BERGMANN (*op. cit.*), pourra conduire à des résultats aussi intéressants que ceux que BABCOCK et ses collaborateurs ont tirés de la cytologie du genre *Crepis*.

Hieracium Peletierianum Mérat

Matériel récolté par l'auteur le 21. VII. 1951, dans le Rhodoreto-Vaccinietum à la Creusaz, à environ 1800 m d'altitude. Nos plantes-témoins ont été obligeamment revues par M. le Dr A. BECHERER, qui a confirmé notre détermination. Nous lui exprimons ici notre vive gratitude.

[1] Dans la section *Asterothrix* figurent *L. crispus* : $2\ n = 14$ et *L. incanus* : $2\ n = 8$.

A la métaphase hétérotypique, on compte facilement $n = 9$. Deux ou trois chromosomes sont un peu plus grands que les autres (fig. 68) (diamètre des petits : 1 μ, diamètre des grands : 2 μ). A la diacinèse (fig. 69) l'appariement est tout à fait régulier. On observe un bivalent en anneau, tandis que la plupart des autres ont un seul chiasma. Le noyau au repos est réticulé, à polarité chromatique.

Le nombre $n = 9$ a été observé chez quelques *Hieracium*, par exemple, chez *H. staticifolium* (FAVARGER, 1949). Chose intéressante, le vicariant oriental du *H. Peletierianum*, le *H. Hoppeanum* est pentaploïde ($2\,n = 45$) d'après CHRISTOFF et CHRISTOFF (1948). Malheureusement ces auteurs n'indiquent pas la provenance de leur matériel.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Le tableau de la page suivante résume nos numérations chromosomiques.

Certains de nos résultats méritent une brève discussion. Les uns intéressent la caryologie générale, d'autres la caryosystématique et la cytogéographie.

CARYOLOGIE GÉNÉRALE

Nos observations sur la structure du noyau mettent une fois de plus en évidence la relation entre le développement et la chromaticité du réseau d'une part, la longueur des chromosomes somatiques d'autre part. C'est ainsi que les espèces à chromosomes courts *(Petrocallis, Ajuga pyramidalis, Erinus, Horminum, Sedum Anacampseros)* ont un noyau aréticulé ou semi-réticulé ; celles à chromosomes longs *(Pedicularis, Leontodon, Hedysarum)* un noyau réticulé à euréticulé. Pour celles dont les chromosomes sont de taille intermédiaire, l'appartenance à un type de structure est moins sûre et même, dans les deux premiers cas, il peut y avoir des exceptions. Nous pensons que la largeur des chromosomes peut jouer un rôle auquel on n'a peut-être pas toujours prêté assez d'attention. Mais avant tout, il y a les causes encore mystérieuses qui déterminent le degré de catachromase des divers chromosomes et auxquelles Mlle DELAY (1948) a consacré une pénétrante étude.

La classification des types nucléaires établie par cet auteur s'est révélée très pratique au cours de notre étude, comme dans nos publications précédentes. Elle permet de définir avec une précision suffisante et un vocabulaire réduit les aspects souvent si difficiles à rendre des structures nucléaires. Les types de structures que nous avons rencontrés le plus souvent chez les Dicotylédones alpines étudiées sont le type semi-réticulé à chromocentres et le type réticulé à polarité chromatique.

Tableau résumant nos numérations chromosomiques

Espèce	*n*	2 *n*	Distribution géographique [1]	Diploïde	Polyploïde
Moehringia ciliata	12		Endémique alpin	×	
**Petrocallis pyrenaica*	7	14	Pyrénées-Alpes-Carpathes	×	
**Arabis coerulea*	8		Alpes-Tatra	×	
Sedum Anacampseros		env. 36	Orophile sud-européen		×
Sedum alpestre	8		Orophile européen	×	
Sempervivum montanum	21		Orophile sud-européen		×
Trifolium alpinum		16	Orophile SW Europe	×	
Lotus corniculatus 1.	6		Région tempérée de l'ancien monde	×	
Lotus corniculatus 2.	12				×
**Oxytropis montana*	8		Orophile européen	×	
Hedysarum Hedysaroides	7	14	Alpino-arctico-altaïque	×	
**Onobrychis montana*		28	Orophile sud-européen		×
**Laserpitium Halleri*	11		Endémique W et Centre alpin	×	
Ajuga pyramidalis	16		Alpes et nord de l'Europe		×
**Horminum pyrenaicum*	6	12	Orophile centre et sud-européen	×	
Erinus alpinus		14	Orophile centre et sud-européen	×	
Bartsia alpina	12		Arctico-alpin		×
**Pedicularis verticillata*	6		Arctico-alpin	×	
**Pedicularis ascendens*	8		Endémique SW alpin	×	
**Pedicularis gyroflexa*	8		Orophile alpino-pyrénéen	×	
**Orobanche reticulata*	19		Sud et centre Europe		×
Phyteuma globulariifolium	14		Orophile alpino-pyrénéen		×
Phyteuma hemisphaericum	14		Orophile alpino-pyrénéen		×
**Phyteuma betonicifolium*	12		Orophile alpin		×
**Adenostyles leucophylla*	19		Orophile W alpin		×
**Achillea nana*	9		Orophile alpin	×	
**Artemisia Genipi*	9		Orophile pyrénéo-alpino-carpathique	×	
Arnica montana	19		Orophile centre-européen		×
Senecio Doronicum	40		Orophile centre et sud-européen		×
**Senecio uniflorus*	20		Orophile endémique SW alpin		×
**Centaurea nervosa*	11		Orophile alpino-carpathico-balkanique	×	
**Leontodon helveticus*	6		Orophile alpino-pyrénéen	×	
**Leontodon montanus*	6		Orophile alpino-carpathique	×	
**Hieracium Peletierianum*	9		Subatlantique	×	

[1] D'après Fournier, Hegi, Schröter.

* L'astérisque signifie que le nombre chromosomique de l'espèce n'avait pas été déterminé jusqu'ici (du moins à notre connaissance).

Nous avons mis en évidence des chromosomes à satellite chez plusieurs espèces, à savoir :

	Nombre de satellites par génome
Oxytropis montana	2
Onobrychis montana	2
Horminum pyrenaicum	1
Leontodon helveticus	2
Leontodon montanus	1

D'autre part, dans deux espèces, nous avons observé au stade pachytène l'adhérence du nucléole à un filament chromatique *(Oxytropis montana, Horminum pyrenaicum)*. De tels phénomènes se rencontrent dans des plantes très variées et nous en avons décrit des exemples chez les Mélastomatacées (FAVARGER, 1952 a) et chez les Gentianacées (FAVARGER, 1952 b). Nous pensons qu'ils se montrent surtout chez des espèces possédant des chromocentres ou des euchromocentres. Chez *Horminum*, il est possible de démontrer que le chromocentre paranucléolaire du stade pachytène n'est pas un satellite, mais la région hétérochromatique d'un chromosome, proche du satellite. Le comportement du chromocentre paranucléolaire au stade strepsitène permet de prouver chez cette plante la réalité du parasynapsis.

Enfin, dans le matériel d'*Hedysarum Hedysaroides* du col de Barberine, nous avons décrit sommairement une série d'anomalies méiotiques aboutissant à la formation d'une proportion élevée de grains de pollen à noyau non réduit ou plurinucléés. Ces troubles présentent quelque analogie avec ceux décrits par BERGMANN chez *Leontodon hispidus* var. *hyoseroides*, mais en diffèrent par la présence de noyaux de restitution.

CARYOSYSTÉMATIQUE

Une étude comme la nôtre portant sur des végétaux très disparates qui n'ont de commun que leur appartenance à la flore alpine ne peut pas conduire à des conclusions importantes au point de vue taxinomique. La détermination du nombre chromosomique et, dans certains cas, l'établissement d'un idiogramme pourront cependant servir de matériaux à des études ultérieures. Certains résultats apparaissent dès maintenant. La position isolée dans notre flore du *Pedicularis verticillata* est renforcée par son nombre chromosomique ($n = 6$) qui diffère de celui des autres Pédiculaires alpines. La parenté entre les séries « lingulata » et « alpina » du genre *Phyteuma* s'exprime par l'identité de nombre chromosomique des *P. globulariifolium* et *hemisphaericum*. Il en est de même de la parenté entre *Senecio uniflorus* et la ssp. *euincanus* du *Senecio incanus*. Le *Centaurea nervosa* a le même nombre chromosomique que l'espèce voisine *C. phrygia*. Les *Leontodon helveticus* et *montanus* ont un caryotype assez semblable qui souligne d'indubitables affinités systématiques.

La parenté génétique, dont une manifestation visible est la présence relativement fréquente d'hybrides interspécifiques dans la nature, nous a paru aller souvent de pair avec la ressemblance du caryotype. Dans plusieurs genres connus pour leur richesse en hybrides interspécifiques, la constance du nombre chromosomique a été établie par les recherches de nos devanciers et par nous-même. Tels sont : *Achillea*, *Adenostyles*, *Ajuga*, *Pedicularis*. Cette règle, comme on sait, souffre de nombreuses exceptions.

Tous ces faits renforcent notre conviction que l'étude cytologique détaillée de nos végétaux alpins en rajeunira la taxinomie, en l'appuyant sur des arguments plus solides.

Cytogéographie

Il est évidemment prématuré de tirer des conclusions des quelques nombres chromosomiques que nous avons déterminés. Mais un coup d'œil jeté au tableau de la page 162, qui complète celui de notre première étude (Favarger, 1949) [1], ne révèle pas le pour-cent très élevé de polyploïdes qu'on serait en droit d'attendre. Même si l'on ajoute à ces deux listes les Gentianacées que nous avons étudiées ailleurs et dont la majorité est polyploïde, cela ne fait guère plus de 50 % de polyploïdes. Il est vrai que les végétaux étudiés par nous se rattachent tous aux Dicotylédones qui offrent en général un pour-cent de polyploïdes plus bas que les Monocotylédones (cf. Löve et Löve, 1949).

Dans une liste d'une soixantaine de Phanérogames alpines, prises au hasard, il semblerait d'après les idées de Hagerup et de Tischler, récemment développées par Löve et Löve (*op. cit.*), que le pourcentage de polyploïdes doive être plus élevé. Nos plantes sont-elles vraiment choisies au hasard ? Pas tout à fait, puisque nous nous sommes avant tout intéressé à celles dont le nombre chromosomique n'était pas connu. Or, parmi celles-là, il y a davantage d'orophytes sud-européens ou d'endémiques alpines que d'espèces arctico-alpines. Et ceci nous amène à la remarque suivante : Si dans la statistique des polyploïdes de la flore alpine que nous espérons dresser prochainement, le pour-cent de polyploïdes n'était pas aussi élevé que dans le nord de l'Europe, il y aurait deux manières de l'expliquer.

1° Le climat alpin n'est pas, dans son effet sur la végétation, comparable à celui du Haut-Nord. Emberger (1942) a très justement insisté sur l'erreur consistant à englober sous une même rubrique tous les climats de haute montagne. Dans sa classification des climats au point de vue phytogéographique, il sépare nettement de tous les autres « le climat du soleil de minuit » qui comprend les climats arctique et sub-arctique.

2° Les causes historiques ont une importance décisive sur le pourcentage de polyploïdes dans une flore. Les flores qui ont envahi des territoires neufs seront riches en polyploïdes comme l'admet en parti-

[1] Dans le tableau qui accompagne notre étude antérieure, nous avons placé par erreur *Campanula rhomboidalis* dans la colonne des diploïdes. On voudra bien rectifier cette erreur. *Saxifraga aspera* ssp. *bryoides* ($n = 13$) est peut-être aussi polyploïde.

culier STEBBINS (1942). Celles qui sont restées sur place et se sont lentement adaptées à des changements de climat en offriront moins. On sait que pendant les glaciations, la flore des Alpes a survécu, en se repliant sur des massifs-refuges occupant la bordure méridionale de la chaîne. Ces mouvements de va-et-vient à courte distance ne sont pas comparables, à notre avis, aux vastes migrations à travers l'Europe centrale et septentrionale qu'ont effectuées les végétaux qui suivirent le retrait des glaciers. La flore alpine représente, en partie, une flore relique, tandis que la flore des plaines d'Europe centrale et septentrionale serait plus récente. Doit-on s'étonner dès lors que des types anciens d'affinité méridionale comme *Erinus*, *Horminum*, *Laserpitium Halleri*, *Petrocallis*, soient diploïdes ?

Il est suggestif, d'autre part, de rencontrer des genres dont les espèces alpines sont diploïdes, tandis que la polyploïdie n'apparaît que dans certaines espèces de plaine : *Achillea*, *Arabis*, *Veronica*. Nous avons relevé aussi des genres dont les espèces alpines ont un degré de polyploïdie moins élevé que les espèces nordiques *(Arnica, Oxytropis)*. Ajoutons que la forme diploïde de *Lotus corniculatus* ssp. *eucorniculatus* est la variété *alpinus* et que *Bartsia alpina* peut se rencontrer dans les Alpes avec $n = 6$ (Mme MATTICK). Rappelons que GUSTAFSSON (1948) n'a pas trouvé un haut pourcentage de polyploïdes dans la flore nivale du massif de Dovre, et que SOKOLOVSKAJA et STRELKOVA (1940) ont dénombré 54,6% seulement de polyploïdes dans la flore des ceintures alpine et subalpine du Caucase. Ces derniers auteurs expliquent cette faible proportion par des considérations historiques qui nous paraissent valables aussi pour les Alpes *(mutatis mutandis)*.

Enfin, le cas des *Hieracium Peletierianum* ($n = 9$) et *Hoppeanum* $\left(n = \frac{45}{2}\right)$ fournit un nouvel exemple de vicariance, entre une espèce occidentale et une espèce orientale, cette dernière ayant le plus haut degré de polyploïdie (cf. le cas des *Senecio incanus* et *carniolicus*. FAVARGER, 1950) [1].

Addendum

D'après une numération récente (FAVARGER, non publiée), l'*Onobrychis arenaria* Ser. possède $n = 7$ (matériel récolté dans la pinède de Charrat (Valais). Cette espèce pourrait fort bien être considérée comme l'ancêtre diploïde de l'*Onobrychis viciifolia* et de l'*O. montana* (cf. p. 145).

[1] Nous pensons toutefois que la numération de M. et M. A. CHRISTOFF devrait être confirmée sur du matériel de provenance directe.

Zusammenfassung

Die Chromosomenzahlen von 33 Arten von Blütenpflanzen der alpinen und subalpinen Stufen der Schweizer Alpen wurden bestimmt, deren Zahlen neunzehn noch unbekannt waren und fünf mit den bisherigen Zählungen nicht in Uebereinstimmung sind. Die Beschaffenheit des Ruhekerns, die Gestalt und Grösse der Chromosomen, ihr Verhalten während der Meiosis wurden geprüft. Meiotische Unregelmässigkeiten wurden in *Hedysarum Hedysaroides* beobachtet, welche zu einer ziemlich grossen Anzahl unreduzierter Pollenkörner führen. Taxonomische Erörterungen sind bei einigen Arten dargelegt. In Widerspruch mit der arktischen und subarktischen Flora Europas, scheint die Alpine Flora gar nicht so reich an Polyploiden zu sein, welche Differenz vor allem an historischen Momenten zurückzuführen ist.

Summary

The author has determined the chromosome number of 33 species of flowering plants growing in the alpine and subalpine regions of Swiss Alps. Among them, 19 numbers had not yet been reported and 5 numbers are different from those which have been determined by other cytologists.

The structure of the resting nucleus, the shape and size of the chromosomes, their behaviour during the meiosis have already been studied. Meiotical anomalies have been observed in *Hedysarum Hedysaroides*, giving way to pollen grains with unreduced nucleus. Taxonomical considerations have been recorded about several species. Countrary to the arctic and subarctic european flora, the alpine flora does not seem particularly rich in polyploids, this difference is specially imputable to historical factors.

BIBLIOGRAPHIE

AFZELIUS, K. — (1924). Embryologische und Zytologische Studien in Senecio und verwandten Gattungen. *Acta Hort. Berg.* **8** (7) : 125-219, 33 fig.

— (1936). Apomixis in der Gattung Arnica Svensk. *Bot. Tidskr.* **30** : 572-579, 3 fig.

— (1949). On chromosome numbers in Senecio and some allied genera. *Acta Hort. Berg.* **15** (4) : 65-77, 4 fig.

BERGMANN, B. — (1935). Zytologische Studien über die Fortpflanzung bei den Gattungen Leontodon und Picris. *Svensk. Bot. Tidskr.* **29** : 155-301, 146 fig.

BÖCHER, T. et LARSEN, K. — (1950). Chromosome numbers of some arctic or boreal flowering plants. *Meddel. om Grønland* **147** (6) : 1-32, 57 fig.

BRAUN-BLANQUET, J. — (1934). Flora von Graubünden. *Ver. des Geobot. Inst. Rübel* **7** : 1-1695.

CLAUSEN, J., KECK, D. et HIESEY, W. — (1941). Regional differenciation in plant species. *The Amer. Nat.* **75** : 231-250.

CHRISTOFF, M. et CHRISTOFF, M. A. — (1948). Meiosis in the somatic tissue responsible for the reduction of chromosome number in the progeny of Hieracium Hoppeanum Schult. *Genetics* **33** : 36-42, 2 fig.

DARLINGTON, C. D. — (1937). Recent advances in cytology. 671 p., 16 pl., 160 fig., *Londres.*

DARLINGTON, C. D. et JANAKI-AMMAL, E. K. — (1945). Chromosome Atlas of cultivated plants. 397 p., *Londres.*

DELAY, C. — (1939). Recherches sur le noyau des Légumineuses. *Rev. Cyt. et Cytophys. vég.* **4** : 183-230, 2 pl., 18 fig.

— (1948). Recherches sur la structure des noyaux quiescents chez les Phanérogames. 2e partie. *Ibid.* **10** : 103-228, 10 fig., 25 diagr.

— (1950-1951). Nombres chromosomiques chez les Phanérogames. *Rev. Cyt. et Biol. vég.* **12** (1-2) : 1-368.

DOULAT, E. — (1946). Observations caryologiques sur le Bartsia alpina L. *C. R. Acad. Sc.* **222** : 1510-1512.

DOYLE, H. — (1952). Associations végétales des alluvions sablonneuses d'un barrage morainique au Valsorey (Valais). *Bull. Soc. bot. Genève* (2e sér.) **42-43** : 16-30, 8 fig.

ELLIOT, E. — (1950). A new phase of amphiplasty in Leontodon. *New. Phyt.* **49** : 344-349.

EMBERGER, L. — (1942). Un projet d'une classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse* **77** : 97-124, 4 fig.

FAHMY, T. F. — (1951). Recherches caryologiques sur quelques espèces méditerranéennes. Thèse. 173 p., 41 pl., *Montpellier.*

FAVARGER, C. — (1946). Recherches caryologiques sur la sous-famille des Silénoïdées. *Bull. Soc. bot. suisse* **56** : 346-466, 19 pl.

— (1949). Notes de caryologie alpine. *Bull Soc. neuch. Sc. nat.* **72** : 15-22, 12 fig.

— (1950). Polyploïdie et vicariance dans la flore alpine. *Archiv. Jul. Klaus Stift.* **25** (3-4) : 472-477.

FAVARGER, C. — (1952 a). Recherches sur quelques Mélastomacées d'Afrique occidentale. *Bull. Soc. bot. suisse* **62** : 5-65, 6 fig.

— (1952 b). Contribution à l'étude caryologique et biologique des Gentianacées. *Ibid.* **62** : 244-257, 19 fig.

FOURNIER, P. — (1946). Les quatre flores de la France. 1091 p., 8075 fig.

GUINOCHET, M. — (1946). Recherches de taxinomie expérimentale sur la flore des Alpes et de la Région méditerranéenne occidentale. *Rev. Cyt. et Cytophyt. vég.* **8** : 87-95, 2 fig.

GUSTAFSSON, A. — (1948). Polyploidy, life-form and vegetative reproduction. *Hereditas* **34** : 1-22.

HEILBORN, O. — (1927). Chromosome numbers in Draba. *Hereditas* **9** : 56-68, 11 fig.

JARETZKY, R. — (1928). Untersuchungen über Chromosomen und Phylogenie bei einigen Cruciferen. *Jahrb. wiss. Bot.* **68** : 1-45, 4 fig.

KUNZ, H. — (1940). Bemerkungen zu einigen schweizerischen Phyteuma Sippen. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* **50** : 363-378.

LÖVE, A. et LÖVE, D. — (1944). Cytotaxonomical studies on boreal plants. III. *Arkiv för Bot.* **31** (A) : 1-22, 36 fig.

— (1948). Chromosome numbers of northern plant species. 131 p., *Reykjavik.*

— (1949). The geobotanical significance of polyploidy. I. Portugal. *Acta-Biol.* (Ser. A), R. B. Goldschmidt Vol. : 273-352, 6 tabl., 1 fig.

MARCHAL, E. — (1920). Recherches sur les variations numériques des chromosomes dans la série végétale. *Mém. Acad. Roy. Belg. Classe Sciences* (Sér. 2) **4** : 1-108, 4 pl.

MERXMÜLLER, H. — (1952). Untersuchungen zur Sippengliederung und Arealbildung in den Alpen. 105 p., nombr. cartes, *Münich.*

MEYER, K. — (1925). Ueber die Entwicklung des Pollens bei Leontodon autumnalis L. *Ber. deutsch. Bot. Ges.* **43** : 108-114, 1 pl.

PODDUBNAJA-ARNOLDI, W. — (1931). Ein Versuch der Anwendung der embryologischen Methode bei der Lösung einiger systematischer Fragen. I. *B. B. C.* **48** : 141-237, 108 fig.

PALMGREN, O. — (1943). Chromosome numbers in Angiospermous plants. *Bot. Notis.* : 348-452.

PÓLYA, L. — (1949). Chromosome numbers of some Hungarian plants. *Act. geobot. Hungar.* **6** : 124-137, 45 fig.

REESE, G. — (1953). Ergänzende Mitteilungen über die Chromosomenzahlen mitteleuropaïscher Gefässpflanzen II. *Ber. deutsch. Bot. Ges.* **66** (1) : 65-73, 25 fig.

ROSÉN, W. — (1931). Zur Embryologie der Campanulaceen und Lobeliaceen. *Meddel. från. Göteb. Bot. Träd.* **7** : 31-42.

SCHMID, E. — (1906). Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Scrofulariaceae. *B. B. C.* **20** (3) : 175-299, 2 pl., 58 fig.

SCHRÖTER, C. — (1926). Das Pflanzenleben der Alpen. 1288 p., 316 fig., *Zürich.*

SCHULZ, R. — (1904). Monographische Bearbeitung der Gattung Phyteuma. Thèse. 204 p., *Zürich.*

SCHÜRHOFF, P. N. — (1926). Die Zytologie der Blütenpflanzen. 792 p., 282 fig., *Stuttgart.*

SENN, H. A. — (1938). Chromosome number relationships in the Leguminosae. *Bibl. Genet.* **12** : 175-345, 104 fig.

SOKOLOVSKAJA, A. P. et STRELKOVA, O. S. — (1938). Polyploidy in the high mountain regions of Pamir and Altaï. *C. R. Acad. Sci. U.R.S.S.* **21.**

— (1940). Karyological investigation of the alpine flora on the main Caucasus range and the problem of geographical distribution of polyploids. *Ibid.* **29** : 415-418.

SÖLLNER, R. — (1950). Polyploïdie intraspécifique chez Cerastium arvense L. et nombres chromosomiques de quelques autres Cerastium. *Experientia* : 335-337.

STEBBINS, G. L. — (1942). Polyploid complexes in relation to ecology and the history of floras. *The Amer. Nat.* **76** : 36-45.

TISCHLER, G. — (1938). Pflanzliche Chromosomenzahlen IV. *Tab. Biol.* **16** : 162-218.

— (1950). Die Chromosomenzahlen der Gefässpflanzen Mitteleuropas. 263 p., *La Haye.*

WANSCHER, J. H. — (1934). Studies on the chromosome numbers of the Umbelliferae. *Bot. Tidskr.* **42** : 49-58, 25 fig.

WITSCH, H. von — (1932). Chromosomenstudien an mitteleuropäischen Rhinantheen. *Oester. Bot. Ztschr.* **81** : 108-141, 9 fig.

WULFF, H. D. — (1939). Chromosomenstudien an der schleswigholsteinischen Angiospermenflora IV. *Ber. deutsch. bot. Ges.* **57** : 424-431, 3 fig.

Manuscrit reçu le 4 mai 1953.