

Garnitures des chromosomes et synchronisme des divisions dans les filaments d'anthérozoïdes chez certaines espèces du genre *Chara* Vaill.

(Planches XIII—XIV)

Par

H. TELEŻYŃSKI.

Le but principal des recherches, que j'ai commencées déjà en 1926 et dont les résultats sont résumés dans le présent travail, était de trouver les justes points d'orientation dans les rapports existant au sein de ce groupe, si intéressant, de plantes que forment les Characées, en ce qui concerne le moment de la réduction du nombre de chromosomes (selon Tuttle '24, '26 très à discuter) et le nombre lui-même, lequel a été déterminé, par ex., pour le *Chara fragilis* de manières si différentes par Riker ('21), Strasburger ('08), Dębski ('97) et Oehlkers ('16).

Matériel et méthodes.

Le *Chara fragilis* Desv. type m'a servi de matériel fondamental pour mes recherches. Cette plante a été trouvée à Drewnica près de Varsovie dans des creux laissés après l'extraction de la tourbe.

Pour la fixation j'ai employé les liquides suivants: de Flemming fort, et celui de Bouin. Pour la coloration des préparations (coupes de 7 à 10 μ) j'ai utilisé l'hématoxyline d'après Heidenhain, ou la safranine; en outre j'ai adapté la méthode de Schneider ('80) consistant dans la fixation et la coloration, simultanées, du matériel in toto dans la solution du carmin dans l'acide acétique à 45%. Lors de ce dernier procédé, je cherchais à détacher très délicatement de la feuille les anthéridies, puis je les plaçais sur la lame dans une

goutte de carmin acétoné et les couvrais de la lamelle, laquelle je pressais légèrement, en la déplaçant — avec bien de précautions — dans différentes directions. De cette sorte l'anthéridie a été écrasée et les filaments d'anthérozoïdes ont été séparés; puis je soulevais légèrement la lamelle à l'aide d'une aiguille et j'y introduisais une seconde goutte de la dite solution de carmin. Quelques minutes après, tous les noyaux étaient déjà colorés et les phases de divisions apparaissaient nettement, sans que les chromosomes fussent accolés l'un contre l'autre ou déformés. Grâce à cette façon de procéder j'ai obtenu la possibilité de passer en revue des centaines de plaques équatoriales de la métaphase très vite et de contrôler le nombre de chromosomes chez une grande quantité d'individus; en outre j'ai pu m'orienter — au moyen des préparations de ce genre — dans la succession des divisions de toutes les cellules se trouvant dans le même filament. Tout en me servant de la même méthode, j'ai examiné, ensuite, les garnitures de chromosomes et la succession des divisions aussi chez quelques autres espèces et notamment: chez le *Chara contraria* A. Br., récolté dans un petit lac à Czerniaków et dans la Vistule derrière la Saska Kępa, puis — chez le *Chara ceratophylla* Wallr., une variété très vigoureuse venant du lac Łąckie près de la ville de Płock, ensuite — chez le *Chara jubata* A. Br., — du même lac, et, enfin, chez deux espèces de la mer Noire, récoltées dans le liman à Mamaia près de Constanza, fixées et apportées par M^r T. Wiśniewski; la position systématique de ces espèces n'a pas pu être déterminée par moi plus strictement à la base des données qui m'étaient accessibles (Migula '97 et '25).

Le matériel devant servir à l'étude était examiné, d'habitude, sitôt après avoir été apporté au laboratoire; en outre les parties supérieures des tiges des Characées étaient cultivées dans de grands bocal de verre dans l'eau de robinet. Dans ces conditions les plantes en question poussaient bien et produisaient des organes de reproduction en abondance durant plusieurs mois.

Le matériel provenant de la mer Noire était fixé sur place dans une solution aqueuse de formol à 3% (voir: Noël et Mangenot '22). Les stades des divisions étaient étudiés à l'aide de la méthode de Schneider. Ils étaient suffisamment distincts.

Les préparations microscopiques ont été examinées à l'aide de l'immersion homogène I/12'', ap. n. 1.25 de Zeiss; dans les cas douteux et pour l'exécution de dessins on a employé l'immersion apochromatique 1.5 mm, ap. n. 1.30 de Zeiss.

Pendant l'analyse de la garniture des chromosomes chez le *Chara*

fragilis a surgi la nécessité d'établir la longueur réelle des chromosomes. Dans ce but, je me suis servi de la méthode de K a g a w a ('27) Le dessin représentant la plaque équatoriale a été agrandi à l'aide de la photographie, trois fois environ¹⁾, après quoi j'ai confronté soigneusement — encore une fois — la concordance du dessin agrandi avec le tableau sur la préparation. Sur la projection ainsi obtenue de la plaque équatoriale sur une surface plane, perpendiculaire à l'axe du microscope (la surface plane „horizontale“) j'ai indiqué les parties horizontales des chromosomes et j'ai noté à quel point les parties obliques ou perpendiculaires s'élevaient au-dessus d'eux (fig. 1 pl. XIV). J'ai exécuté les mesurages plusieurs fois durant deux jours, en employant différents oculaires. Des nombres moyens obtenus je déduisais le „visual error“ qui atteignait ici 1.2μ et je dessinais la longueur des chromosomes à l'aide de la méthode géométrique. Les calculs, les dessins et les mesurages ont été exécutés d'après les indications de K a g a w a (l. c. pag. 233—251). La longueur des chromosomes, dessinés d'après cette méthode a été mesurée au compas à écartement fixe de 0.5μ . Les erreurs, que l'on aurait pu commettre à tous ces mesurages, dessins et calculs, ne peuvent, probablement, pas dépasser $0.5-1\mu$.

Les résultats des mesurages ont été mis en parallèle sur la fig. 25 dans le texte.

Résultats des recherches.

A. Nombres de chromosomes et leurs caractères chez certaines espèces du *Chara*.

En m'appuyant sur mes préparations, je ne puis que confirmer — encore une fois — les données de Dębski et notamment: que le *Chara fragilis* est une plante haploïdale et qu'il renferme 24 chromosomes. Ce nombre, je l'ai pu confirmer aussi bien durant les divisions de la cellule apicale de la tige et des cellules végétatives dans les noeuds (fig. 1 pl. XIII), que lors de la dernière division de l'oogone (fig. 2 pl. XIII) et de toutes les divisions dans les filaments d'anthérozoïdes (fig. 3 pl. XIII).

Les résultats obtenus par Karling ('26) et Lindenbein ('27) publiés lors de mes recherches paraissent également indiquer l'haploïdalité des Characées. Trois races du *Chara fragilis* étudiées par Lindenbein renferment, également, chacune 24 chromosomes.

¹⁾ Cet agrandissement a été exécuté par M^{rs} A. Demianowicz et St. Sekutowicz.

Les chromosomes du *Chara fragilis* (voir fig. 1—3, pl. XIII) sont longs et minces et dans la plaque équatoriale d'habitude pliés en dedans et embrouillés. Leur épaisseur est — plus ou moins — la même (celle dans la plaque représentée dans la fig. 2 pl. XIII est de 0.4μ); par contre les différences en longueur sont importantes; conformément aux mesurages exécutés par moi, ces longueurs varient entre 2.2μ et 10.5μ . On ne voit pas à ces chromosomes ni des satellites, ni des étranglements. Comme on le voit sur les dessins présentés, quelques chromosomes, les plus longs, montrent une courbure aiguë en forme de *V*, d'autres ressemblent à la lettre *U*, à des crochets et aux arcs ouverts. Dans l'anaphase, tous les chromosomes présentent des formes de *V* et *U* (attachement „median“ ou „submedian“ aux fils du fuseau).

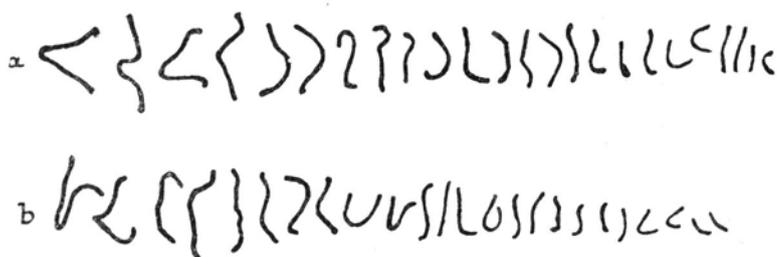


Fig. 24. Disposition parallèle des chromosomes du *Chara fragilis* d'après les plaques, représentées sur la planche XIII. a — fig. 2, b — fig. 3.

Afin de faciliter — dans la suite — l'analyse de la garniture des chromosomes, on a disposé sur la fig. 24 dans le texte les chromosomes de deux plaques équatoriales les uns à côté des autres.

On y voit très distinctement que certains chromosomes apparaissent dans la garniture non isolés, mais par paires en correspondance mutuelle, comme longueur, et — jusqu'à un certain point — aussi comme forme.

Les mesurages de la longueur réelle, qui avaient été exécutés pour une des plaques les plus distinctes d'après la méthode de K a g a w a (à comparer p. 232 et pl. XIV), ont confirmé l'observation notée ci-dessus (voir les résultats de ces mesurages sur la fig. 25 dans le texte).

Donc la garniture haploïdale des chromosomes se compose chez le *Chara fragilis*, en effet, de douze paires, qui se disposent — conformément à leurs longueurs — en trois groupes suivants: le groupe A renfermant deux paires des chromosomes les plus longs: de 10.5μ ,

le groupe B ayant des paires de différentes longueurs: de 6 à 3 μ , et le groupe C, ne renfermant qu'une seule paire des chromosomes les plus courts: de 2.2 μ de longueur.

Comme l'on sait, certaines espèces apparentées du *Chara fragilis* du groupe de *Triplostichae* renferment 12 ou 24 chromosomes. Conformément à cette multiplicité du nombre, l'on pourrait admettre que les espèces à 24 chromosomes représentent des espèces polyplœïdales vis-à-vis de celles à 12 chromosomes. Cette supposition ne peut

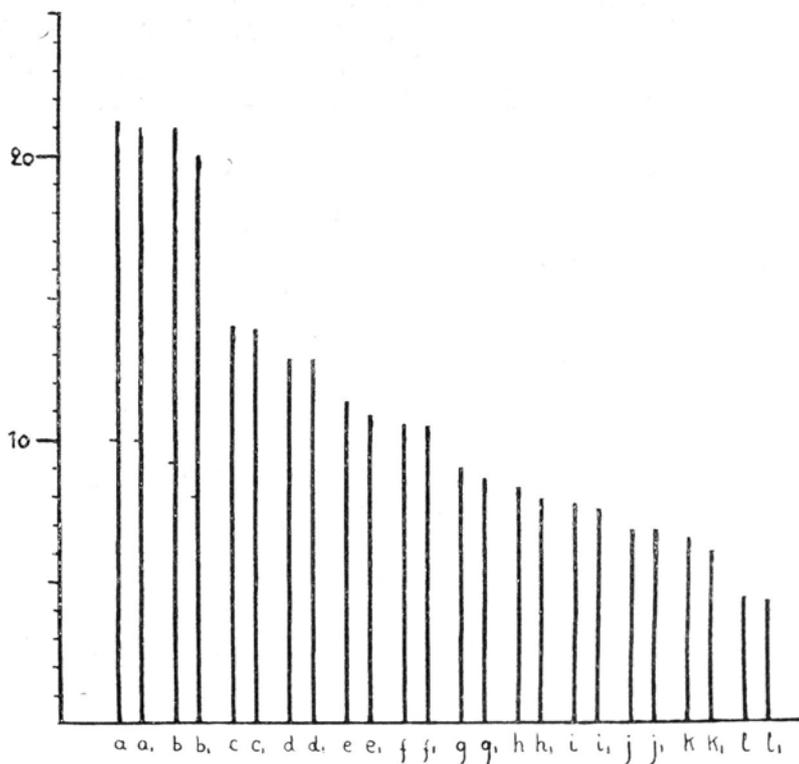


Fig. 25. Revue des longueurs des chromosomes dans la garniture haploïdale chez le *Chara fragilis* (à comparer fig. 2 pl. XIV). Echelle — 0.5 μ .

donc que trouver maintenant une confirmation dans le cas décrit par moi: la garniture haploïdale du *Chara fragilis* se compose de douze paires strictement correspondantes, ou — autrement dit — de deux garnitures homologues de chromosomes. Il s'en suivrait donc que la gamophase chez le *Chara fragilis* serait diploïdale. Cette espèce est donc auto-polyplœïdale (Kihara et Ono '27) ou „homogenomatisch“ conformément à la terminologie de Winkler ('20).

Nous connaissons bien de genres renfermant des espèces appelées polyplœïdales. Tous ces genres ne font ressortir presque point de différences entre les chromosomes de leurs garnitures et les conclusions concernant leur polyplœïdalité (dans le sens de Sharp '26 et Brieger '28, au sujet de la multiplicité du génome) sont basées uniquement sur la multiplicité du nombre, — ce qui pourrait nous conduire à des malentendus assez graves, comme l'a prouvé Nawaschin ('26). Nous ne connaissons pas jusqu'à présent des espèces autopolyplœïdales dans le sens strict du mot (multiplicité de la garniture des chromosomes) ailleurs qu'uniquement chez le genre *Muscari*, grâce à l'analyse des garnitures somatiques faite par Delaunay ('26), puis chez le genre *Papaver*, où M-elle Ljungdahl ('24) a prouvé — par une autre voie — l'existence de l'autoploïdalité (autosyndèse durant la conjugaison des chromosomes), de même que chez le *Crepis biennis* auquel on attribue, de la même manière, l'existence de l'autoploïdalité (Collins et Mann '23). Du reste, en ce qui concerne les races autoploïdales, l'on trouve bien plus de données.

Les rapports numériques dans les garnitures des chromosomes chez les autres Characées se présentent comme suit:

Le *Chara contraria*, auquel Lindenbein avait attribué la possession de 30 chromosomes et Schmucker ('27) — de 24 env., n'en a que 28, de différentes longueurs (fig. 4 et 5, pl. XIII). J'ai pu constater également que le nombre de chromosomes est chez cette espèce le même partout dans son corps (la cellule apicale de la tige, les filaments d'anthérozoïdes).

Les individus masculins du *Chara ceratophylla* renferment 14 chromosomes dans leurs garnitures, de différentes grandeurs (fig. 6, 7, 8 et 9 pl. XIII et fig. 26 dans le texte). Ayant des doutes au sujet du nombre des chromosomes, je ne me suis pas contenté seulement d'une dizaine de calculs, mais j'ai dessiné d'après une quantité bien plus considérable de préparations un nombre important des plaques équatoriales, en choisissant des métaphases tout-à-fait distinctes et en recourant à l'optique la meilleure possible. De cette manière, j'ai pu constater l'existence de 14 chromosomes sur quarante quatre cas.

Chara jubata possède plus de 40 chromosomes.

Déjà lors de l'impression de ce travail, j'ai reçu des exemplaires mâles de *Tolypellopsis stelligera* (Bauer) Mig., en fructification (lac de Pohost, Polesie). Ce genre contient 14 chromosomes assez volumineux et de différente taille.

En considérant parallèlement les chiffres des chromosomes, étudiés jusqu'à présent chez le genre *Chara* (tab. I. dans le texte), on

est frappé, avant tout, par un écart très fortement marqué dans les chiffres, cités par des auteurs pour une seule et même espèce. Outre les erreurs ordinaires (par ex. l'incertitude des calculs à cause des chromosomes très longs et embrouillés) on a ici, probablement, affaire avec des races à nombres de chromosomes différents, comme, par ex., chez le *Chara delicatula*, auquel Lindenbein attribue la possession de 24 chromosomes et Karling — plus de 40, et ainsi de suite. Puis, il faut constater le manque d'un chiffre fondamental, commun aux espèces du genre entier. A côté des espèces, dont le nombre des chromosomes représente le chiffre multiple de 6 (ce que Lindenbein admettait comme général pour les Characées), nous connaissons d'autres espèces, renfermant 14 et 28 chromosomes.

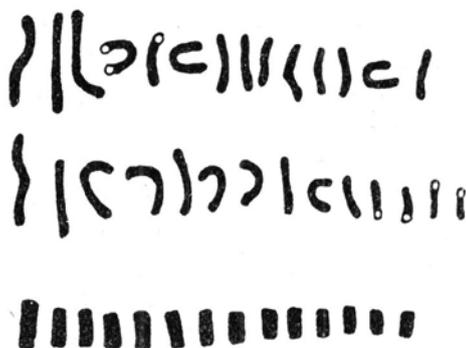


Fig. 26. Disposition parallèle des chromosomes chez le *Chara ceratophylla* d'après les plaques équatoriales, représentées sur la planche XIII, fig. 7, 8 et 9.

Nos connaissances d'aujourd'hui sont encore trop restreintes, en ce qui concerne les rapports entre les chromosomes chez les Characées, afin de pouvoir former des conclusions plus approfondies au sujet de la parenté entre les espèces isolées¹⁾.

B) Synchronisme des divisions dans les filaments d'anthérozoïdes.

Je me suis mis en été 1927 à l'étude de la successivité des divisions dans les filaments d'anthérozoïdes. En février 1928 a paru le

¹⁾ On peut cependant utiliser ces données dans certains cas pour la détermination des espèces, en se basant sur la quantité de chromosomes comme sur un caractère spécifique. On peut facilement se rendre compte — à l'aide du carmin acétoné — sur la question du nombre de chromosomes et distinguer, par ex.: les formes transitoires du *Chara jubata*, à plus de 40 chromosomes, de celles d'une autre espèce, *Chara contraria*, à 28 chromosomes, ou autres formes de *Chara contraria* (28 chrom.), difficiles souvent à disjoindre de celles de *Chara foetida* (18 chrom.).

Tableau I.

Revue des nombres de chromosomes chez le genre *Chara*.

I. <i>Haplostephanae</i>			
	<i>Ch. coronata</i> —	14	Karling 1928
II. <i>Diplostephanae</i>			
1. <i>Isostichae</i>			
	<i>Ch. crinita</i> —	12, 24	Ernst 1918
2. <i>Diplostichae</i>			
a) <i>Tylacanthae</i>			
	<i>Ch. ceratophylla</i> —	14	Teleżyński
	<i>Ch. jubata</i> —	> 40	Teleżyński
	<i>Ch. contraria</i> —	ca. 30	Lindenbein 1927
		ca. 24	Schmucker 1927
		28	Teleżyński
b) <i>Aulacanthae</i>			
	<i>Ch. foetida</i> —	> 19	Schottländer 1893
		16—18	Götz 1899
		16	Oehlkers 1916
		18	Lindenbein 1927
	<i>Ch. hispida</i> —	36	Lindenbein 1927
3. <i>Triplostichae</i>			
	<i>Ch. galioides</i> —	12	Ernst 1918
	<i>Ch. aspera</i> —	12	Ernst 1918
			Lindenbein 1927
	<i>Ch. fragilis</i> —	16	Riker 1921
		18	Strasburger 1908
		24	Dębski 1897
			Oehlkers 1916
			Lindenbein 1927
			Teleżyński
	<i>Ch. delicatula</i> —	24	Lindenbein 1927
		> 40	Karling 1928

travail de Karling ('28), touchant le même sujet, mais traitant — sous bien des rapports — d'une autre manière.

Karling a attiré l'attention sur le fait que, dans les cas du synchronisme progressif, décrits par différents auteurs (comme, par ex. les divisions de l'albumen), il n'y a pas de transitions successives, mais qu'il existe seulement toute une série de groupes de noyaux,

différant, en ce qui concerne les stades de division, mais les noyaux de chaque groupe sont tous synchroniques.

Puis Karling donne l'analyse des rapports existant dans les filaments d'anthérozoïdes chez les Characées. Il y constate, notamment, l'existence de ce synchronisme progressif (et non successif), juste à côté du synchronisme complet. La successivité des groupes dans les filaments peut être différente et la quantité de cellules dans ces groupes — même très différente (de 3 à 50).

En dehors du travail de Karling, on trouve des notices concernant le synchronisme de divisions dans les filaments d'anthérozoïdes des Characées aussi dans les travaux de Belajeff et Kaiser. Belajeff ('94) mentionne que l'on peut rencontrer souvent des séries entières de cellules se trouvant dans le même stade de division, mais qu'en même temps il y apparaissent dans le même filament des groupes de cellules se trouvant dans différents stades de division. D'autre part Kaiser ('96) dit, en passant, que les stades de division dans un seul et même filament sont, d'habitude, dans toutes les cellules les mêmes. Enfin, dans le travail de Giesenhagen ('05), on voit représentées sur les fig. 15, 16 et 17, pl. 2, les parties des filaments d'anthérozoïdes du genre *Chara*, où toutes les cellules se trouvent dans le même stade de division; mais le dit auteur ne s'arrête pas sur ce point.

Parmi les méthodes, devant servir à l'orientation dans la successivité des divisions dans les filaments d'anthérozoïdes, habituellement, emmêlés, celle de Schneider a été la seule dont j'aie pu faire usage avec succès. Si l'on dispose déjà d'une certaine habitude, on peut écarter les filaments en question d'une manière favorable à l'observation par l'écrasement des parois de l'anthéridie au moyen d'une pression attentive, exercée sur la lamelle, et on peut ainsi obtenir l'effet désiré sans endommager les filaments¹⁾.

Le *Chara contraria* m'a servi de matériel, avant tout autre, pour mes études sur le synchronisme des divisions. J'ai examiné strictement plus de cinquante anthéridies de cette espèce. Pour huit anthéridies j'ai compté et décrit tous les filaments, cellule après cellule (au-dessus de 1400 filaments, voir tab. II dans le texte). A l'examen des autres anthéridies je n'ai fait attention qu'à la question du synchronisme des divisions, au nombre de groupes et à leur disposition et, enfin, aux rapports numériques dans les groupes. Les exemples des

¹⁾ En écartant les cellules de l'enveloppe à l'aide des aiguilles — comme le faisait Karling — la plupart des filaments vont être, habituellement, endommagés.

cas-types, plus compliqués, sont présentés en une disposition parallèle sur le tab. III. dans le texte; on y voit aussi tous les filaments s'écartant des rapports rencontrés le plus souvent.

D'après les données, présentées sur le tab. II, il s'en suit que dans la plupart de cas (68% des filaments en division) toutes les cellules, renfermées dans un seul et même filament, se divisent en même temps. Le synchronisme des divisions ne se rapporte pas uniquement aux stades du développement des filaments plus jeunes. On peut rencontrer souvent des filaments à 32 cellules se trouvant dans le même stade de divisions, alors on a 32 plaques équatoriales, ou 32 anaphases précoces. On rencontre aussi souvent des filaments strictement synchroniques au moment de la dernière division qui précède la formation des anthérozoïdes.

A côté de ces filaments, complètement synchroniques au point de vue de la division, on en rencontre d'autres qui contiennent des cellules se trouvant dans différents stades de division, disposées en groupes strictement synchroniques, mais privés de transitions graduelles. D'entre ces filaments, on rencontre le plus de ceux à deux groupes (30%), moins de ceux à trois groupes (1·9%); les filaments à quatre groupes sont encore plus rares (0·4%) et ceux à groupes plus nombreux ne se rencontrent qu'à titre d'exception (à comparer tab. II dans le texte¹).

Grâce à l'analyse des rapports numériques dans les groupes, on peut s'expliquer pourquoi apparaissent les filaments à groupes synchroniques à côté de ceux strictement synchroniques, sans qu'il y ait transitions graduelles; la même analyse peut nous fournir — en outre — des indications, pourquoi les dites transitions n'apparaissent pas.

Presque tous les groupes renferment des nombres de cellules égaux à la puissance 2^n , par exemple:

fil. 1 — 16 métaphases, 16 stades de repos,

fil. 2 — 4 télophases tardives, 4 télophases précoces,

¹ Toutes ces données représentent la moyenne des rapports, trouvés dans 8 anthéridies entièrement calculées. Sur les 330 filaments à groupes multiples, provenant de quelques dizaines d'autres anthéridies et choisis pour une analyse plus approfondie, il y avait:

filaments à 2 groupes . . .	270,
filaments à 3 groupes . . .	52,
filaments à 4 groupes . . .	3

et des filaments s'écartant des rapports-types (transitions graduelles entre les groupes) — 5.

Tableau II.

Disposition parallèle des données concernant le synchronisme des divisions dans 8 anthéridies complètement calculées chez le *Chara contraria*.

numéro d'anthéridie	nombre de cellules dans le filaments	nombre de filaments de filaments	nombre de filaments synchroniques	nombre de filaments en division	nombre de filam. en division complètement synchroniques	nombre de filaments à 2 groupes	nombre de filaments à 3 groupes	nombre de filaments à 4 groupes
10	(4)·8	184	179 (97·20/0)	52	47 (90·4%)	4 (7·70/0)	1 (1·9%)	—
15	(8)·16	152	122 (80·3%)	74	44 (59·10/0)	27 (36·40/0)	3 (4·5%)	—
16	32	215	188 (87·40/0)	202	175 (86·60/0)	26 (12·9%)	1 (0·5%)	—
18	(8)·16	223	214 (95·90/0)	22	13 (59·10/0)	9 (40·91/4)	—	—
19	(8)·16	164	156 (95·10/0)	14	6 (43·0%)	8 (57·0%)	—	—
21	8·16	148	124 (83·80/0)	66	42 (63·60/0)	17 (25·8%)	5 (7·6%)	2 (3·0%)
23	16·32	203	151 (78·30/0)	99	47 (47·40/0)	51 (51·6%)	1 (1·0%)	—
49	(4)·8	123	119 (96·80/0)	48	44 (91·70/0)	4 (8·3%)	—	—
total		1412	89·20/0		67·6%	30·1%	1·9%	0·4%

fil. 3 — 2 métaphases, 2 anaphases,

fil. 4 — 1 stade de repos, 1 prophase précoce.

Le fait se conçoit par lui-même. Comme l'on sait, les filaments d'anthérozoïdes n'ont pas à leur extrémité de cellules initiales, mais le nombre de leurs cellules augmente par la division en deux.

Les cellules dérivées sont pourvues — habituellement — du même rythme de division que la cellule-mère, c. à d., qu'elles se divisent simultanément¹⁾; pourtant, en certains cas, dans un filament jeune à deux cellules, une d'elles peut commencer la division plus tôt. Par suite de cette déviation du rythme, s'étant effectuée une fois, surgit une différence fixe dans le temps qui se manifeste en différence, par ex., d'une phase de division entre les dérivées de la cellule apicale et ceux de la cellule basale. La déviation d'une des cellules du rythme de division ne peut se produire — en certains cas — que dans un filament à quatre cellules, par ex.: la cellule basale peut se trouver déjà dans une prophase, tandis que les trois autres restent en repos. Dans ce cas-là, le nombre de cellules synchroniques dans le groupe apical ne pourra pas atteindre la puissance 2^n , mais seulement la somme de trois puissances égales (à comp. tab. III. dans le texte). Les filaments à trois et quatre groupes se forment par une coopération des déviations dans le rythme de division, dans un seul et même filament, durant la période de 2 et 4 cellules.

Tableau III.

Filaments - types à groupes multiples et ceux plus compliqués, choisis parmi les 330 filaments d'anthérozoïdes, provenant de 50 anthéridies du *Chara contraria*.

1 repos, 1 proph.,	4 téloph., 2 anaph., 2 teloph.,
2 métaph., 2 anaph.,	8 téloph., 4 métaph., 4 proph.,
4 anaph., 4 répos,	16 teloph., 8 anaph., 8 métaph.,
16 repos, 8 téloph.,	4 métaph., 4 anaph., 8 métaph.,
16 métaph., 16 repos,	8 anaph., 8 téloph., 16 repos,
	4 métaph., 4 proph., 4 téloph., 4 anaph.,
1 proph., 3 repos,	32 repos, 8 proph., 8 métaph., 32 repos,
8 métaph., 24 repos,	32 repos, 8 téloph.,
16 proph., 48 repos,	8 repos, 4 teloph., 8 proph.,
	12 téloph.

¹⁾ La conservation de ce rythme se trouve, selon toute probabilité, en rapport avec l'égalité des conditions extérieures, qui pourrait ici assurer la présence du liquide devant remplir des espaces libres entre les filaments dans les anthéridies (Sachs '74).

Parmi 50 anthéridies étudiées (chaque anthéridie renferme 150—200 filaments) je n'en ai rencontré que six qui se distinguaient par d'autres rapports à l'intérieur que ceux décrits ci-dessus. Il y apparaissaient des déviations secondaires du rythme de division dans les filaments plus âgés, — des déviations, produisant des passages de transition entre les groupes et provoquant des troubles dans les rapports numériques généralement rencontrés (tab. IV. dans le texte).

Tableau IV.

Filaments non typiques, provenant de 80 anthéridies étudiées.

Chara contraria:

10 an. tardives, 4 an. tard → an. précoces, 2 an. précoces,

16 repos, 8 tél., 2 tél. → an., 5 an.,

4 tél., 4 diaster, 3 diaster → an. tard., 5 an. tard., 16 proph.,

4 mét., 1 mét. → proph. tard., 1 proph. tard., 2 proph. préc.

5 mét., 3 an. 8 proph.,

16 tél., 4 an. préc., 1 an. tard., 5 an. tard. → diaster, 6 diaster.

Chara ceratophylla:

10 an. tard., 6 an. préc. → mét., 16 mét.,

16 tél., 16 tél. → an., 32 repos.

Le processus de division dans les filaments à groupes multiples commence dans la plupart de cas à la base du filament; j'ai pu constater cela dans 210 sur 270 filaments à deux groupes, choisis pour des calculs, ainsi — dans 78%, et — en outre — également dans 46 sur 60 filaments à trois et quatre groupes, soit dans 80% de cas, si l'on veut tenir compte en ce dernier cas des groupes provenant de toutes les deux cellules basales d'un filament jeune à 4 cellules.

La successivité des stades de division dans les filaments peut être la plus variée.

Les divisions dans les filaments s'accomplissent indépendamment de celles qui se produisent dans les filaments voisins ayant pour base la même tête.

Les données, obtenues pour plusieurs anthéridies chez le *Chara fragilis*, concordent parfaitement avec les rapports chez le *Chara contraria*, par ex.: dans une anthéridie l'on a trouvé 22 filaments complètement synchroniques sur le nombre total de 32 en division, donc — 69%. La plupart de filaments à deux groupes commence à se diviser à la base. On peut dire la même chose pour le *Chara*

ceratophylla, conformément à l'examen exécuté sur plusieurs anthéridies. On y rencontre assez souvent des filaments complètement synchroniques durant la division qui précède la formation d'anthérozoïdes, comme, par ex., des filaments à 64 cellules aussi bien dans la métaphase que dans la télophase.

On a pu confirmer la justesse des conclusions déduites des rapports propres aux espèces du pays par l'analyse exécutée sur plusieurs anthéridies des Characées provenant de la Mer Noire: les processus de division s'exécutent ici dans la plupart de filaments simultanément et on y rencontre, par ex., souvent des filaments synchroniques à 32 ou 64 cellules dans la métaphase; les filaments à deux, trois et quatre groupes démontrent les rapports numériques normaux: la division dans la plupart de filaments commence, également, à la base. Pourtant, 4 filaments s'écartaient des conditions normales: deux renfermaient des groupes très distincts, mais la dernière déviation du rythme de divisions a eu lieu seulement dans le filament à 8 cellules, les deux filaments restants renfermaient des stades transitoires d'un groupe à l'autre.

Les expériences d'essai avec la chloralisation que j'ai exécutées sur plusieurs *Chara contraria* ont démontré l'existence d'un synchronisme très accentué dans les anomalies des mitoses (pourtant, j'ai pu rencontrer — à plusieurs reprises — les divisions supplémentaires dans les cellules apicales des filaments, se produisant le long des filaments — „Sekundäreffekt“ d'Alberti et Politzer '24).

Il s'en suit donc de toutes mes expériences, que les deux formes différentes du synchronisme chez les Characées: celui propre aux groupes et l'autre — complet, seraient provoquées par l'action d'un rythme synchronique de division dans les cellules provenant d'une seule et même cellule-mère.

La différence fondamentale qui en surgit entre ma conception et celle du Karling ('28), serait à expliquer, probablement, par la possibilité, que Karling n'avait pas saisi les rapports numériques dans les groupes d'une manière juste faute de matériel d'expérience suffisant (seulement 55 filaments, comme il s'en suit du tab. 3) et, en conséquence, qu'il aurait décrit des faits exceptionnels comme des cas-types (le nombre plus important de groupes dans les filaments, le nombre de cellules dans des groupes n'atteignant pas la puissance 2^n).

A mon vif regret, il ne m'était pas possible d'obtenir le matériel employé par Karling, mais je crois qu'en attendant mon

opinion peut être confirmée par toutes les photographies, données par cet auteur, sauf les fig. 4, 12 et 13, représentant les rapports qui apparaissent dans mon matériel très rarement et que je ne puis m'expliquer.

Résumé.

1. Les Characées sont haploïdales.

2. Le *Chara fragilis* est une espèce autopolyploïdale.

La garniture haploïdale de cette espèce se compose de 12 paires de chromosomes correspondants l'un à l'autre, comme longueur, et — jusqu'à un certain point — aussi, comme forme.

Ces paires peuvent être divisées en trois groupes suivants: groupe A, renfermant 2 paires à longueur de 10·5 μ , groupe B — 9 paires à longueur de 6 à 3 μ et groupe C — 1 paire à longueur de 2·2 μ .

3. Les nombres de chromosomes établis par moi pendant ces recherches sont les suivants:

<i>Chara fragilis</i>	. . . . .	24,
<i>Chara contraria</i>	. . . . .	28,
<i>Chara ceratophylla</i>	. . . . .	14,
<i>Chara jubata</i>	. . . . .	plus de 40,
<i>Tolypellopsis stelligera</i>	. . . . .	14.

4. Toutes les cellules faisant partie d'un seul et même filament d'anthérozoïdes se divisent — dans la plupart de cas — d'une manière synchronique (synchronisme complet); mais les cellules, renfermées dans un seul et même filament, peuvent se trouver aussi dans différents stades de divisions; dans le dernier cas elles sont disposées en plusieurs groupes strictement synchroniques (synchronisme de groupes).

Parmi les filaments en division dans une anthéridie, 68% sont des filaments complètement synchroniques; les filaments à 2 groupes constituent 30%, ceux à 3 groupes — 1,9% et ceux à 4 groupes — 0,4%; les filaments à groupes encore plus nombreux apparaissent à titre d'exception.

Sur la quantité de 80 et quelques anthéridies étudiées, on n'a constaté que l'existence de 8 filaments s'écartant des conditions le plus souvent rencontrées, renfermant — alors — toute une série de transitions graduelles entre les groupes des cellules qui s'y trouvent dans différents stades de division.

5. Le nombre des cellules dans les groupes isolés et dans les filaments complètement synchroniques forme la puissance 2ⁿ.

6. L'existence de deux formes du synchronisme est conditionnée à la faculté des cellules dérivées de conserver le rythme de division propre à la cellule-mère. Les filaments à groupes synchroniques doivent leur origine à la déviation du rythme de division d'une ou de quelques cellules dans les filaments à 2 ou 4 cellules.

7. Les expériences concernant la chloralisation ont démontré l'existence du synchronisme aussi dans les anomalies de divisions.

Je considère comme un agréable devoir d'adresser à Monsieur le Professeur Z. Wóycicki mes remerciements sincères pour ses indications critiques, si précieuses, qu'il a bien voulu me donner pendant mes recherches. Je dois également beaucoup de reconnaissance à Madame dr. A. Wałek-Czarnecka pour ses conseils concernant mes études.

Institut de Botanique Générale de l'Université de Varsovie.

Bibliographie.

- Alberti, W. und Politzer, G. 1924. Über den Einfluss der Röntgenstrahlen auf die Zellteilung. Arch. f. Mikrosk. Anat. u. Entwicklungsmech. 103.
- Belajeff, W. 1894. Bau und Entwicklung der Spermatozoiden. Flora 79.
- Brieger, Fr. 1928. Über die Vermehrung der Chromosomenzahl bei dem Bastard *Nicotiana tabacum* L. X *Nicotiana Rusbyi* Bud. — Zeitschrift. für Abstam. u. Vererbungslehre.
- Collins, J. and Mann, M. 1923. Interspecific hybrids in *Crepis* II. Genetics 8.
- Delaunay, L. N. 1926. Phylogenetische Chromosomenverkürzung. Zeitschr. f. Zellforschung 4.
- Dębski, B. 1897. Beobachtungen über die Kernteilung bei *Chara fragilis*. Jahrb. f. wiss. Bot. 30.
- Dębski, B. 1898. Weitere Beobachtungen an *Chara fragilis*. Jahrb. f. wiss. Bot. 32.
- Ernst A. 1918. Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich. Jena.
- Giesenhagen, K. 1905. Studien über die Zellteilung im Pflanzenreiche. Stuttgart.
- Götz, G. 1899. Über die Entwicklung der Eiknospe bei Characeen. Botan. Zeitg. 57. I.
- Heitz, H. 1926. Der Nachweis der Chromosomen. Vergleichende Studien. über ihre Zahl, Grösse und Form im Pflanzenreich I. Zeitschrift f. Bot. 18.
- Kagawa, F. 1927. Cytological studies on *Triticum* and *Aegilops* I. Size and shape of somatic chromosomes. Cellule 37.
- Kaiser, O. 1896. Über Kernteilungen bei Characeen. Bot. Zeitg. 54.
- Karling, J. S. 1926. Nuclear and cell division in *Nitella* and *Chara*. Bull. of the Torrey bot. club 53.

- Karling, J. S. 1928. Nuclear and cell division in the antheridial filaments of the Characeae. Bull. Torrey bot. club 55.
- Kihara, H. und Ono, T. 1927. Chromosomenzahlen und systematische Gruppierung der Rumex-Arten. Zeitschr. f. Zellforschung 4.
- Ljungdahl, H. 1924. Über die Herkunft der in der Meiosis konjugierenden Chromosomen bei Papaver-Hybriden. Swensk. bot. Tidskr. 18.
- Lindenbein, W. 1927. Beitrag zur Cytologie der Charales. Planta 4.
- Migula, W. 1897. Die Characeen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. Rabenhorst, Kryptogamenflora 5.
- Migula, W. 1925. Charophyta. Pascher. Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreich und der Schweiz 11.
- Nawaschin, M. 1926. Variabilität des Zellkerns bei *Crepis* im Bezug auf die Artbildung. Zeitschr. f. Zellforschung 4.
- Noël, R. et Mangenot, G. 1922. Le formol, fixateur nucléaire. C. R. Soc. Biol. 87.
- Oehlkers, F. 1916. Beiträge zur Kenntnis der Kernteilungen bei den Characeen. Ber. d. d. bot. Ges. 34.
- Riker, A. J. 1921. Chondriosomes in Chara. Science.
- Sachs, J. 1874. Lehrbuch der Botanik, vierte Auflage. Leipzig.
- Schmucker, Th. 1927. Über Bildungsanomalien bei Chara. Planta 4.
- Schneider, A. 1880. Über Befruchtung. Zool. Anz. 3.
- Schottländer, P. 1893. Beiträge zur Kenntnis der Zellkerne und der sexuellen Zellen bei Kryptogamen. Beitr. z. Biol. 6.
- Sharp, L. 1926. An introduction to cytology, 2 ed.
- Strasburger, E. 1908. Einiges über Characeen und Amitose. Wiesner's Festschrift.
- Tuttle, A. H. 1924. The reproductive cycle of the Characeae. Science 60.
- Tuttle, A. H. 1926. The location of the reduction divisions in a charophyte. Un. Calif. Publ. Botan. 13.
- Wettstein, Fr. von, 1927. Erscheinung der Heteropolyploidie, besonders im Pflanzenreich. Ergebnisse der Biol. 2.
- Winkler, H. 1920. Verbreitung und Ursache der Parthenogenese im Pflanzen- und Tierreiche. Jena.
- Wóycicki, Z. 1900. Process oplodotworenja u *Chara foetida*.

Explication des planches.

Planche .XIII.

Tous les dessins ont été exécutés au même grossissement à l'aide de l'objectif apochr. 1,5 mm. de Zeiss et de l'oculaire comp. 20 — 2400×.

Fig. 1—3 d'après les préparations microtomiques, Flemming fort, hématoxyline de fer; fig. 4-9 d'après le matériel fixé et coloré selon la méthode de Schneider.

Fig. 1 — Métaphase dans la cellule végétative dans un noeud chez le *Chara fragilis*.

Fig. 2 — Dernière division dans l'oogone du *Chara fragilis*.

Fig. 3 — Plaque équatoriale dans le filament d'antherozoïdes chez le *Chara fragilis*.

Fig. 4 et 5 — Plaques équatoriales dans les filaments d'antherozoïdes chez le *Chara contraria*.

Fig. 6 — Anaphase dans le filament d'anthérozoïdes chez le *Chara ceratophylla*.

Fig. 7, 8 et 9 — Plaques équatoriales dans les filaments d'anthérozoïdes chez le *Chara ceratophylla*. Forme étrange des chromosomes due, probablement, à la mauvaise fixation.

Planche XIV.

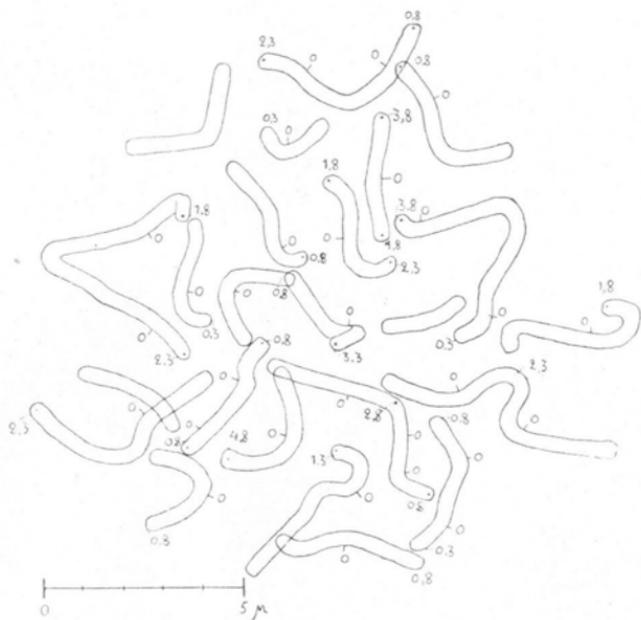
Fig. 1 — Plaque équatoriale chez le *Chara fragilis*, agrandie à l'aide de la photographie, d'après la fig. 2, pl. XIII. (grossissement d'environ 8700, pour reproduction diminuée à $\frac{1}{2}$).

Sur les chromosomes on a indiqué les parties horizontales (entre les points O), de même que les différences d'horizonts entre les extrémités élevées des chromosomes et les parties horizontales.

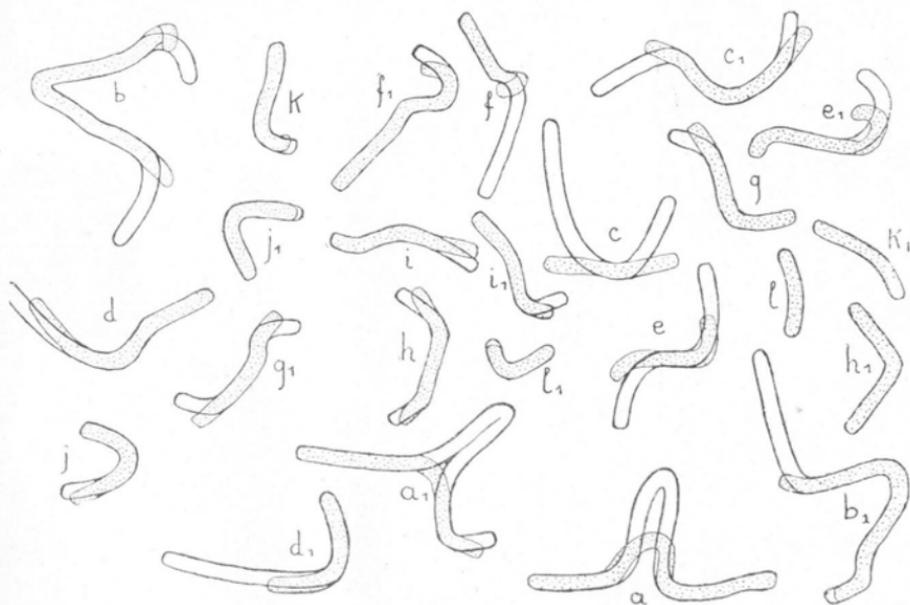
Fig. 2 — Images de longueurs réelles des chromosomes de la même plaque équatoriale (à confronter avec la fig. 25 dans le texte).

Parties pointillées — Les projections des chromosomes sur une surface plane horizontale.





1



2