Certain détail de la couronne équatoriale chez *Yucca recurva* Salisb.

Par

Z. WÓYCICKI.

(Planche VI.)

Dans mon travail de l'année 1911, publié sous le titre: „Die Endphasen der Pollenentwicklung bei *Yucca recurva* Salisb.“¹⁾, j'ai fait remarquer, à la fin de la première page, que dans les cellules des racines chez cette plante il existe 10 chromosomes longs et 44 courts, d'une longueur différente. C'était un complément aux recherches de Cl. Müller qui a trouvé presque le même nombre de chromosomes somatiques [44—46 courts et 10 longs] chez *Yucca aloifolia* L., *Y. Draconis* Torr. et *Y. guatemalensis* Back²⁾.

Cl. Müller a illustré ses recherches de plusieurs dessins et photogrammes, mais ni les uns, ni les autres ne montrent rien du phénomène, qui nous intéresse maintenant. Dans ses dessins les chromosomes de la couronne équatoriale sont tout-à-fait libres, dans les photogrammes le terrain de la plaque équatoriale est parfois clair [fig. XXXIII., fig. B et C], quelquefois plus ou moins sombre [fig. XVIII, XXIX et fig. D]. Nous retrouvons la plaque équatoriale d'un caractère très semblable dans les dessins, ainsi que dans les photogrammes du travail plus récent du même auteur³⁾. Dans tous les cas⁴⁾ les chromosomes sont absolument libres et indépendants; le terrain dans les photogrammes est si peu différencié qu'il est absolument impossible de distinguer des détails plus subtils. Les photogrammes de Cl.

¹⁾ Sitzber. d. Warschauer Gesell. d. Wissensch. L, 1, 1911.

²⁾ Cl. Müller: „Über karyokinetische Bilder in den Wurzelspitzen von *Yucca*“. — Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 47, 1909.

³⁾ Cl. Müller: „Kernstudien an Pflanzen. I. u. II.“ Archiv f. Zellforsch., Bd. 8, H. I, 1912.

⁴⁾ Chez *Najas marina*, *Galtonia candicans*, *Listera ovata*, *Albuca fastigiata*, *Aloe Hanburyana*, *Eucomis bicolor*, *Beschornera superba*, *Nerine rosea*, *Bulbine annua*, *Scilla bifolia*, *Hyacinthus orientalis*.

Müller, particulièrement ceux qui illustrent les phénomènes cinétiques chez *Yucca*, ont le même caractère que chez nous les photogrammes 1 et 3 planche I. Nous retrouvons là la partie centrale, plus ou moins sombre, occupée par des petits chromosomes. Au bord de ce terrain se sont placés les longs chromosomes qui poussent leurs épaisses extrémités au dehors du champ central. Dans mon ancien dessin (fig. 2 planche I) qui rend évident les rapports de la plaque de la figure 1, je n'ai marqué que l'amas des chromosomes de la figure 1.

Cependant, en examinant une couronne équatoriale dans la cellule de la racine chez *Yucca recurva* Slb., pendant la photographie (avec immersion 2.0 mm. et oculaire Nr. 6 ainsi qu'avec le secours d'un filtre bleu) j'ai remarqué que le terrain de la plaque possède un caractère tout-à-fait différent. La couronne n'est pas constituée par les chromosomes libres groupés de la manière, dont l'a dessinée Cl. Müller; au contraire, tous les chromosomes sont liés l'un avec l'autre par les trabécules spécifiques, c.-à-d. indépendants du fuseau. Ils n'ont rien de commun avec celui-ci. Nos figures 4 et 6 planche I, qui ne sont que les grossissements des figures 3 et 5 planche I, nous démontrent, je le crois, assez clairement ces relations observées et notées déjà dans le texte par Cl. Müller (1912)¹⁾. Dans la figure 1 et 4 aux bords de la plaque équatoriale nous retrouvons 10 chromosomes longs, si caractéristiques pour le genre *Yucca*²⁾. Cl. Müller dit que „die nach innen gekehrten Enden dieser Chromosomen sind meist etwas zugespitzt, an den äusseren Enden sind sie keulenförmig angeschwollen“³⁾. Parmi les dessins de la planche I de l'auteur cité, la figure 30, qui nous démontre le caractère de la plaque équatoriale chez *Yucca Draconis*, possède des chromosomes longs les plus ressemblants aux mêmes éléments chez *Yucca recurva* Slb. (fig. 4 et fig. 6 planche I). On peut distinguer alors chez ce dernier 4 chromosomes, qui ont deux extrémités presque égales (fig. 6 planche I: a, b, c, d), 2 chromosomes plus ou moins rétrécis à moitié de leur longueur (fig. 6 planche I: e, f.) et quatre chromosomes très épais dans leurs bouts extérieurs, mais extrêmement minces dans leurs extrémités, tournées vers le centre de la couronne (fig. 6 planche I: g, h, i, j). Déjà le premier coup

¹⁾ Cl. Müller l. c. p. 14 dit: „...die kleineren und kleinsten Chromosomen häufig durch ganz feine Anastomosen mit ihren grösseren Genossen verbunden zeigen“.

²⁾ Cl. Müller, l. c. et M. Koernicke: „Studien an Embryo-Mutterzellen“. Sitzb. d. Niederrhein. Gesellsch. f. Natur u. Heilkunde zu Bonn, Bd. IV, H. 3, 1901.

³⁾ Cl. Müller, 1909, p. 104.

d'oeil démontre que nous avons à faire dans la plaque de la figure citée avec les trois groupes cardinaux des chromosomes: l'un, qui contient les chromosomes a, b, avec leurs amas de petits chromosomes, le deuxième — qui renferme les chromosomes c, d, e, f et quelques petits chromosomes et le troisième — qui contient les chromosomes g, h, i, j et la plupart des chromosomes courts. Ce troisième groupe est le plus distinct, parce que la trabécule, qui commence du chromosome g, s'étend directement vers le chromosome j, ou mieux encore vers le petit chromosome, intimement uni au chromosome j.

Cependant dans le photogramme si fort grossi, ont perdu leurs contours distincts les grands chromosomes, ainsi que les petits chromosomes; mais ces derniers d'une manière plus forte, que les premiers. Malgré tout, on peut distinguer çà et là, que ces éléments sont groupés par deux (fig. 4 et 6 planche I). Dans les photogrammes 5 et 6 planche I on observe de tels rapports du côté gauche du chromosome j, parmi les chromosomes j et i [où nous trouvons deux paires de petits chromosomes] et devant le chromosome h. Enfin une paire assez distincte de chromosomes courts nous retrouvons à côté du chromosome a.

Les chromosomes h, i et j nous rappellent vivement les chromosomes x dans la couronne équatoriale chez *Galtonia candicans*¹⁾. Les chromosomes h, i et j chez *Yucca recurva* démontrent les mêmes rapports envers les petits chromosomes, que les chromosomes x de Mr. Nawaschin. Chez *Yucca*, comme chez *Galtonia*,²⁾ ces petits éléments sont attachés aux grands chromosomes à l'aide d'un filet qui forme un angle avec le mince sommet du long chromosome (fig. 5 planche I: h, i, j). Chez les autres plantes, comme par exemple chez *Leontodon autumnalis*³⁾, les relations entre les chromosomes et leurs satelles sont un peu différentes et ne nous rappellent pas les rapports rencontrés chez *Yucca* d'une manière aussi nette que *Galtonia candicans*. Les chromosomes avec satelles de *Leontodon* sont le plus semblables aux chromosomes rétrécis, observés par T. Sakamura chez *Vicia Faba*⁴⁾ (fig. 45, 49, 51, 52 etc. planche II), ou encore plus,

1) S. G. Nawaschin: „O dimorfizmie jadier w somatycznych kłietkach u *Galtonia candicans*“. Bull. de l'Acad. Imp. des Sciences de St Pétersbourg, 1912.

2) S. Nawaschin, l. c., p. 379, fig. 1, 2, 3, 4, 5.

3) M. S. Nawaschin, fils: „Un cas d'asymétrie nucléaire chez les Composées“. Journal de la Société Botanique de Russie, 1917, t. I, N 3—4.

4) T. Sakamura: „Experimentelle Studien über die Zell- und Kernteilung etc.“ — Journ. of the Coll. of Imp. Univ. of Tokyo, Vol. 39. 1920.

aux chromosomes avec les amincissements de *Fisum sativum* (fig. 35 et 39 planche I)¹⁾. Pour rester en harmonie avec les résultats de ses recherches, Sakamura explique dans le texte l'existence des chromosomes x de S. Nawaschin, M. S. Nawaschin, M. Tschernoyarov²⁾ d'une manière tout-à-fait différente du mode d'interprétation des auteurs cités. D'après le texte russe³⁾ les auteurs traitent toujours les petits chromosomes comme „les satelles“. S. G. Nawaschin dans sa publication de l'année 1912 accentue⁴⁾ que chez *Galtonia candicans* il faut corriger le nombre des chromosomes; nous avons ici 16 chromosomes grands et 2 chromosomes petits. M. S. Nawaschin enfin dit, que „dans le noyau chez *Leontodon autumnalis* existent deux paires de hétérochromosomes⁵⁾ dotés de satelles. Partout alors nous retrouvons la même idée d'existence des petits éléments spécifiques qui manifestent de la plus évidente manière, l'existence de l'individualité des chromosomes“⁶⁾. Il convient d'abord de remarquer que Sakamura rectifie son interprétation au bas de la page 31, mais cette rectification reste sans influence sur le cours des argumentations principales.

Quand Ed. Strasburger a remarqué chez *Hosta* (*Funkia*) des chromosomes d'une longueur différente⁷⁾, il a résolu que les petits chromosomes deviennent des chromosomes longs. Dans le travail de l'année 1905, il dit: „Mir selbst fiel.... beim Studien der Pollenmutterzellen derselben *Funkia* die nachträgliche Querteilung zuvor gesonderter längerer Chromosomenpaare in kürzere auf“⁸⁾. Nous retrouvons la même expression — à peu près — dans son travail de l'année 1910⁹⁾. „*Funkien* wie *Jukken* sind mit verschiedenen grossen Chromosomen in ihren Kernen versehen. Die kleinen Chromosomen

¹⁾ T. Sakamura, l. c.

²⁾ M. Tschernoyarov: „Über die Chromosomenzahl und besonders beschaffenen Chromosomen von *Najas major*“. Ber. d. D. bot. Ges., Bd. 32, 1914.

³⁾ S. G. Nawaschin, 1912, L. Delaunay, 1915, M. S. Nawaschin, 1917. Je ne connais pas seulement le travail de S. G. Nawaschin de l'année 1915.

⁴⁾ S. G. Nawaschin, l. c., p. 384.

⁵⁾ M. S. Nawaschin, l. c., p. 180.

⁶⁾ S. G. Nawaschin, l. c., p. 379.

⁷⁾ Ed. Strasburger: „Über Reduktionsteilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich“. Hist. Beitr., Heft. 6, Jena 1900.

⁸⁾ Ed. Strasburger: „Typische und allotypische Kernteilung“. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 42, H. I 1905, p. 19.

⁹⁾ Ed. Strasburger: „Chromosomenzahl“. Flora, Bd. 100, H. III, 1910.

aus erblich fixierten Querteilung der grossen abzuleiten, liegt überaus nahe“¹⁾. L'auteur explique ce phénomène et trouve que „die Zerkleinerung eines Teils dieser Chromosomen ihre freie Einfügung in den Raum erleichtert“²⁾. Enfin l'éminent botaniste conclut que „das Ursprüngliche dürften stets gleich grosse Chromosomen gewesen sein, die ungleich grossen eine abgeleitete Erscheinung darstellen“³⁾.

Malgré tout, Strasburger n'a pas observé des relations qui puissent lui donner une preuve convaincante pour justifier son hypothèse. Nous pensons, que l'observation de Cl. Müller (1912), négligée même par l'auteur⁴⁾, et nos figures 4 et 6 en fournissent une, concernant l'origine de petits chromosomes. Même plus, nous sommes persuadés que la préparation, présentée dans la figure 132 planche V du travail de Strasburger de l'année 1905, aurait pu nous montrer (avec les secours de filtres) beaucoup plus, que ne l'a dessiné l'auteur. Dans la dite figure il ne dessine distinctement que des chromosomes disposés d'une manière frappamment régulière; tous les autres détails sont plus en moins schématisés. Mais grâce à la précision de Strasburger nous pouvons constater même ici l'existence des filets, qui nous rappellent un peu ce que nous avons remarqué chez *Yucca recurva* Salisb. Probablement chez cette dernière plante, les relations entre les chromosomes-maternels et les chromosomes-filles sont encore bien conservées, et se manifestent d'une manière très nette. Nous insistons d'abord sur l'idée que *Yucca recurva* Salisb. représente de ce point de vue là, le type le plus ancien parmi les représentants du genre *Yucca*. Nous verrons, si dans les observations prochaines nous trouverons la confirmation de notre interprétation. Nous pouvons encore supposer que ce phénomène nous le retrouverons dans la cinèse hétérotypique, où il pourra — peut être — nous éclaircir quelques uns de c. n. „Koppelungserscheinungen“.

Et encore une petite remarque: si parmi les travaux des botanistes nous n'avons pas trouvé jusqu'ici, si je ne me trompe, des figures qui nous rappellent plus ou moins les relations de la couronne équatoriale chez *Yucca*, nous les connaissons bien des travaux zoologiques, par exemple celui de R. Goldschmidt, publié dans l'année

¹⁾ Ed. Strasburger, l. c., p. 436.

²⁾ Ed. Strasburger, l. c., p. 436.

³⁾ Ed. Strasburger, l. c., p. 437.

⁴⁾ Cl. Müller (1911) dit: „Ich lege der Erscheinung keinen besonderen Wert bei, da das Anheften ganz unregelmässig stattfindet...“ L. c., p. 14.

1923¹⁾. Ici deux figures (25 et 26) sont surtout pour nous intéressantes, parce que nous y retrouvons les fibres unissant les chromosomes. Goldschmidt dit: „Und hier findet sich häufig nach die Brücken zwischen den Einzelchromosomen erhalten, ebenso ihre Reihenordnung entsprechend den früheren Sammelchromosomen, wie dies die Fig. 25 bis 27 illustrieren“²⁾. Un peu plus loin l'auteur remarque, que ces trabécules proviennent de la substance achromathophile du noyau („Kerngerüstsubstanz“, Linin, Kittsubstanz)³⁾.

Varsovie, Institut de Botanique Générale de l'Université.

(Wpłynęło do redakcji 8 grudnia 1924).

Index alphabétique de bibliographie.

1. Goldschmidt R.: „Kleine Beobachtungen und Ideen zur Zellenlehre. IV. Die Sammelchromosomen der Schmetterlinge“. — Arch. f. Zellforsch., Bd. XVII, H. 2, 1923.

2. Janssens F. A. et Willems J.: „Spermatogénèse dans les batraciens. La spermatogénèse dans l'Alytes obstetricans“. — La Cellule, T. 25, F. I, 1909.

3. Koernicke M.: „Studien an Embryo-Mutterzellen“. — Sitzber. d. Niederrhein. Gesel. für Natur u. Heilkunde zu Bonn, Bd. IV, H. 3, 1901.

4. Müller Cl.: „Über karyokinetische Bilder in den Wurzelspitzen von *Yucca*“. — Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 47, 1909.

5. Müller Cl.: „Kernstudien an Pflanzen. I u. II“. — Arch. f. Zellforsch., Bd. VIII, H. I, 1912.

6. Nawaschin S. G.: „O dimorfizmie jadier w somaticzeskich kletkach u *Galtonia candicans*“. — Bul. de l'Acad. Imp. de Sciences de St. Petersburg, 1912.

7. Nawaschin M. S. (fils): „Un cas d'asymétrie nucléaire chez les Composées“. — Jour de la Soc. Bot. de Russie, T. I, N 3-4, 1917.

8. Sakamura T.: „Experimentelle Studien über die Zell- und Kernteilung etc“. — Journ. of the Coll. of Science, Imp. Univ. of Tokyo, Vol. 39, 1920.

9. Seiler J.: „Geschlechtschromosomenuntersuchungen an Psychiden“. Arch. f. Zellforsch., Bd. 16, H. I, 1921.

10. Strasburger Ed.: „Ueber Reductionsteilung, Spindelbildung, Centrosomen und Cilienbildner im Pflanzenreich“. — Histol. Beitr., H. VI, Jena 1900.

11. Strasburger Ed.: „Typische und allotypische Kernteilung“. — Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 42, H. I, 1905.

12. Strasburger Ed.: „Zeitpunkt der Bestimmung des Geschlechts, Apogamie, Parthenogenesis und Reductionsteilung“. — Hist. Beitr., H. VIII, 1909.

¹⁾ R. Goldschmidt: „Kleine Beobachtungen und Ideen zur Zellenlehre. IV. Die Sammelchromosomen der Schmetterlinge.“ Arch. f. Zellforsch., Bd. XVII, H. 2, 1923.

²⁾ R. Goldschmidt, l. c., p. 177.

³⁾ R. Goldschmidt, l. c., p. 180. Il faut ici admettre que les figures de Wilson, Janssens, Seiler und Goldschmidt, qui nous intéressent, touchent aux phases de la cinèse somatique ou de la cinèse hétérotypique pendant la spermatogénèse ou pendant l'ovogénèse.

13. Strasburger Ed.: „Über geschlechtbestimmende Ursachen“. — Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 48, H. 4, 1910.

14. Strasburger Ed.: „Chromosomenzahl“. — Flora, Bd. 100, H. III, 1910.

15. Tschernoyarov M.: „Ueber die Chromosomenzahl und besonders beschaffenen Chromosomen von *Najas major*“. — Ber. d. D. bot. Ges., Bd. 32, 1914.

16. Wilson Ed.: „Studies on Chromosomes“. — Journ. Exp. Zool. I. II, 1905, III—1906, V—1909, VI—1910.

17. Wóycicki Z.: „Die Endphasen den Pollenentwicklung bei *Yucca recurva* Salisb. — Sitzb. d. Warsch. Gesell. d. Wiss., L. I, 1911.

Explications des figures.

Planche VI.

Fig. 1. Coupe transversale de la racine de *Yucca recurva* Salisb. Dans la cellule centrale on voit la couronne équatoriale, vue du pôle. Imm. Zeiss 2 mm $\times$ proj. ocul. Nr 4. Grossissement environ = 460.

Fig. 2. Plaque équatoriale de la même cellule. On voit 5 paires de chromosomes longs et 20 paires de chromosomes courts. Imm. Zeiss 2 mm $\times$ homog. ocul. Nr 6. Grossissement environ = 750.

Fig. 3. Coupe transversale de la racine de *Yucca recurva* Salisb. Dans la cellule centrale la couronne équatoriale, vue de pôle. Imm. Zeiss. 2 mm $\times$ proj. ocul. Nr 4. Grossissement environ = 920.

Fig. 4. Couronne équatoriale de la cellule de la fig. 3. On voit les anastomoses qui unissent les chromosomes. Grossissement environ = 5300.

Fig. 5. Coupe transversale de la racine de *Yucca recurva* Salisb. Cellule centrale avec la couronne équatoriale vue du pôle. Les filets, qui unissent les chromosomes, sont presque invisibles. Imm. Zeiss. 2 mm $\times$ proj. ocul. Nr 4. Grossissement environ = 460.

Fig. 6. Couronne équatoriale de la cellule figure 5. L'amas des chromosomes avec leurs anastomoses. Grossissement environ = 3500.

Note additionnelle.

Pendant que ce mémoire était à l'impression, nous avons reçu l'intéressant travail de M-r Heilborn sous le titre: „Chromosome numbers and dimensions, species-formation and phylogeny in the genus *Carex*.“ (Thesis for the degree of doctor philosophy. Lund, 1924). Les photogrammes des métaphases hétérotypiques (Nr. 4-12 pl. I) confirment, comme nous le sommes bien convaincus, notre observation.

1.

2.

3.

4. j.

5.

6. g. h.