Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 54 (1944)

Artikel: Sur quelques phénomènes de pseudo-appariement des chromosomes dans les tissus somatiques

Autor: Favarger, Claude

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-38527

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: 16.12.2025

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

Sur quelques phénomènes de pseudo-appariement des chromosomes dans les tissus somatiques.

Par *Claude Favarger*, Neuchâtel.

Manuscrit reçu le 14 août 1944.

Le présent travail a pour but de résumer un certain nombre d'observations curieuses que nous avons pu faire au cours de nos recherches caryologiques sur la famille des *Caryophyllées*. Il mentionne également quelques expériences que nous avons entreprises pour tenter d'expliquer les images obtenues en les rapprochant de phénomènes mieux connus. Enfin il se termine par un essai d'interprétation. Pour la commodité, nous avons divisé notre exposé en cinq parties.

Première partie :

Description de prophases à chromosomes courts et dédoublés

(prophases dites du premier type).

Dans plusieurs espèces de *Caryophyllées* dont nous avons étudié le noyau (*Viscaria alpina, Silene ayachica, S. Otites, S. dubia Herb., S. italica* f. *nemoralis* et une espèce de *Silene* qui paraît être *S. petraea* Adams, mais dont nous n'avons pu jusqu'ici contrôler l'identité), nous avons observé, dans l'assise nourricière des microspores, de curieux noyaux prophasiques, dont les chromosomes courts et d'apparence ramassée sont si nettement clivés qu'ils paraissent presque former des diades (fig. 1). La plupart du temps, les chromosomes de ces singuliers noyaux sont plus courts, non seulement que les chromosomes prophasiques de l'espèce envisagée, mais que les chromosomes métaphasiques eux-mêmes, dont ils ne dépassent pas la moitié. Toutefois, dans *Viscaria alpina,* nous avons vu des prophases de ce type avec des chromosomes de taille normale, mais celles-ci différaient toujours des prophases habituelles par le clivage extrêmement net et donnant l'impression d'un véritable dédoublement des chromosomes. Or dans toutes les *Caryophyllées* que nous avons étudiées jusqu'ici, le clivage prophasique est très discret, parfois même fort difficile à voir. Le nombre de ces pseudo-diades correspond au nombre somatique de chaque espèce. Il avoisine 48 dans le *Silene ayachica,* tétraploïde, et 24 dans les autres espèces. Les couples n'ont pas l'allure des gemini diacinétiques. En effet, dans ces derniers, comme nous avons pu l'observer sur des préparations de toutes les espèces étudiées, les chromosomes sont le plus souvent écartés l'un de

l'autre par le milieu et rapprochés par les deux extrémités, de manière à former un anneau, tandis que les éléments prophasiques dont nous parlons sont placés parallèlement, côte à côte, ou avec leurs extrémités légèrement divergentes.

Disons d'emblée que les noyaux présentant cette singulière prophase ne sont en général pas fréquents, ce qui rend difficile l'étude du phénomène. Mais ils ne manquent dans l'assise nourricière d'aucune des espèces citées et dans le *Viscaria alpina,* ils sont même très fréquents. C'est dans cette dernière espèce que nous avons pu le mieux les étudier. Ces prophases se présentent dans des noyaux de taille et de forme normales, qui ne paraissent avoir subi encore aucune caryogamie, parfois au moment où les cellules de l'assise nourricière sont encore uninucléées, mais le plus souvent elles intéressent à la fois les deux noyaux d'une cellule binucléée et les images obtenues sont caractéristiques et très curieuses. Tout à côté, on peut avoir des prophases simultanées de type banal, mais le plus souvent les cellules voisines ont déjà deux noyaux allongés et hyperdiploïdes.

Si l'on voulait trouver une ressemblance entre ces apparences et des stades normaux de l'évolution nucléaire, c'est à l'interphase qui suit la division hétérotypique qu'on devrait s'adresser. En effet, à ce moment, dans les espèces étudiées, nous retrouvons des images assez analogues à celles qui nous ont tellement frappé : les chromosomes d'aspect court et ramassé étant également clivés et ne subissant qu'une faible régression pendant le court intervalle qui sépare la télophase hétérotypique de la division homéotypique.

Les prophases que nous venons de décrire ne sont pas confinées dans l'assise nourricière, et nous en avons trouvé des exemples dans les noyaux de la coiffe des racines du *Silene Saxifraga* et surtout du *Silene italica* f. *nemoralis* (fig. 2). Ici, comme dans le tapis, le phénomène se produit simultanément dans plusieurs cellules voisines, ce qui semble montrer qu'il n'est pas une simple anomalie que présenterait par hasard telle ou telle cellule, mais qu'il a lieu sous l'influence d'une cause plus générale pouvant affecter plusieurs cellules à la fois.

Deuxième partie :

Description de prophases à chromosomes longs simulant un strepsinema (prophases du 2me type) et de métaphases à chromosomes appariés.

Dans deux espèces du genre Silene : *S. italica* f. *nemoralis* et *S. dubia* Herb.[1] (*S. nutans* L.) et tout particulièrement dans cette dernière, nous avons pu observer dans l'assise nourricière, à côté d'un certain

[1] Nous conservons le nom original sous lequel les graines de cette plante nous ont été envoyées du jardin botanique de Cluj; en culture, elle ne paraît pas différer du *S. nutans.*

nombre de prophases du premier type, les phénomènes nucléaires suivants :

a) des prophases à chromosomes longs, flexueux, au contour un peu flou, nettement dédoublés et dont les deux moitiés sont plus ou moins enroulées l'une autour de l'autre à la manière d'un strepsinema (fig. 3). Les noyaux présentant ce phénomène sont de grande taille et il n'y en a qu'un par cellule. Ces images caractéristiques sont très fréquentes, beaucoup plus fréquentes ici que les prophases du premier type. Dans d'autres cellules, les noyaux sont en prophase normale et ainsi, il est aisé de voir la différence. D'une façon générale, ces phénomènes se produisent au moment de la mitose du premier noyau dans les cellules du tapis, donc à un stade précoce de l'évolution nucléaire de cette assise, et plus tôt que les prophases du premier type. Ici ou là, mais beaucoup plus rarement, on observe des prophases du deuxième type dans *S. petraea* et *Viscaria alpina.*

b) des métaphases extrêmement remarquables. Celles-ci sont tétraploïdes, à 48 chromosomes disposés par paire avec la plus grande régularité (fig. 4). Les chromosomes sont à peu près de la même taille que ceux des métaphases normales à 24 chromosomes qu'on voit ici ou là dans des cellules voisines (fig. 5). Signalons la réelle beauté de ces images qui apparaissent en assez grand nombre au moment de la première division du noyau dans les cellules du tapis.

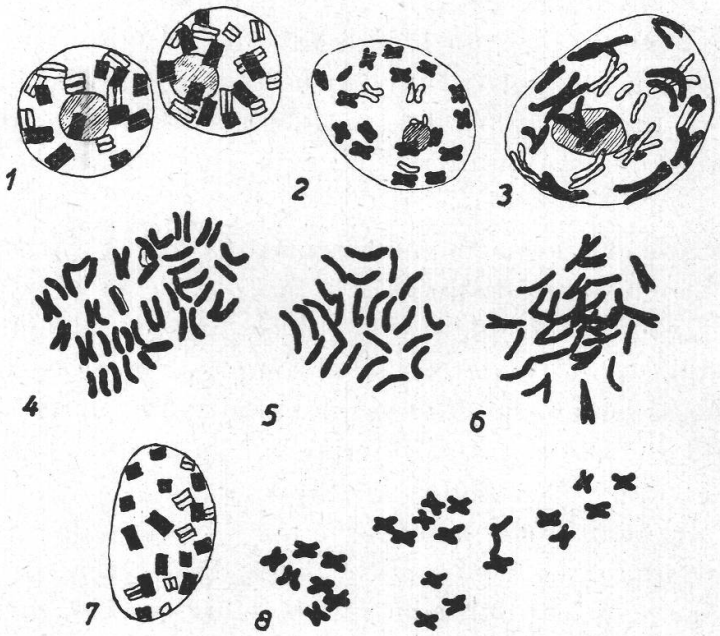
Les deux derniers phénomènes que nous venons de décrire présentent une grande analogie avec ceux étudiés dans *Spinacia oleracea* par de Litardière (6). Pour achever de vous convaincre, nous avons fait nous-même des préparations d'une des variétés étudiées par cet auteur. (Il s'agit de « l'Epinard monstrueux de Viroflay ».) Nos coupes, colorées par la méthode de Feulgen, nous ont révélé des aspects conformes à l'excellente description qu'en donne l'auteur français et semblables en même temps à ceux que nous avons rencontrés dans l'assise nourricière. Donnons-en un bref résumé :

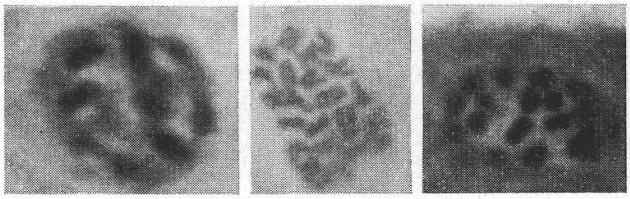
Troisième partie :

Examen de coupes transversales et longitudinales du méristème des racines de Spinacia oleracea, colorées par la méthode de Feulgen.

1° Dans le périblème uniquement, à côté de prophases ordinaires, on trouve de grands noyaux présentant une prophase à allure de strepsinema, avec des chromosomes longs, flexueux et plus ou moins enroulés l'un autour de l'autre. Sur les coupes transversales, on voit, à côté de métaphases ordinaires à 12 chromosomes, des métaphases à 24 chromosomes exactement appariés, des métaphases à 24 chromosomes non appariés et des métaphases à 48 chromosomes groupés 2 par 2.

2° Sur les coupes longitudinales, nous avons observé des métaphases de profil, avec des chromosomes tassés, disposés non exactement en ligne (c'est-à-dire dans un plan), et clivés, et où le nucléole n'avait pas disparu et paraissait même parfois subir un étirement longitudinal. Nous croyons voir ici une sorte de métaphase avortée et nous y reviendrons dans la discussion. Les métaphases à chromosomes tassés et non disposés exactement dans un plan se rencontrent aussi dans l'assise nourricière, mais nous n'y avons jamais observé la permanence du nucléole.





1 2 3

Pour des raisons que nous développerons dans la discussion, nous ne pensons pas que les prophases et métaphases anormales qui font l'objet de ce travail soient dues à des caryogamies. Elles ne peuvent dès lors être rapportées qu'à une double fissuration, au sens où l'emploie de Litardière, ou à une métaphase avortée à la suite de laquelle les chromosomes clivés mais non séparés en leurs chromatides réapparaîtraient à la prophase sous forme de doublets. C'est pourquoi il nous a paru intéressant de faire quelques expériences au moyen de la colchicine, qui, comme l'on sait, bloque la métaphase et conduit ainsi à des noyaux tétraploïdes. Dans les apparences produites par cet agent, n'y

aurait-il pas quelque analogie avec les phénomènes anormaux que nous avons observés ?

Quatrième partie :

Etude de préparations de racines traitées par la colchicine.

Mode opératoire. Nous avons utilisé la méthode simple indiquée par Straub (8) qui consiste à mettre les graines germer sur du papier buvard humide, dans des assiettes, placées elles-mêmes à une température constante d'environ 20 degrés. Les graines ne furent traitées que plusieurs heures après avoir été portées à l'étuve, ceci pour leur laisser le temps de gonfler, ce qui, d'après Straub, évite une trop forte absorption de la colchicine dans la phase qui précède la germination. Elles furent alors arrosées avec une solution à 0,1% de colchicine et abandonnées à l'action de cette substance pendant un temps variant, selon l'expérience, de 6 heures à 58 heures, puis rincées soigneusement et replacées à l'étuve sur du papier buvard imbibé d'eau pure. Dès que les racines avaient atteint la longueur voulue, elles étaient fixées. Toutefois la méthode ci-dessus indiquée a un inconvénient : elle ne permet pas de saisir immédiatement les modifications produites par la colchicine sur le noyau, puisqu'à la fin du traitement, ou bien les racines sont encore trop courtes pour être fixées, ou bien les graines n'ont pas encore germé. Or pendant la germination dans l'eau pure, on peut admettre que la colchicine se dilue dans les cellules, à la fois par suite de la pénétration de l'eau, et à cause de la multiplication des cellules. C'est pourquoi nous avons modifié la méthode, en ce sens que nous avons attendu que la germination commence pour arroser les très jeunes plantules (âgées alors de 4 à 6 jours). Après un temps d'action variable, les racines étaient fixées sans avoir été rincées au préalable. Dans un dernier essai, les graines traitées beaucoup plus tôt que d'habitude par la colchicine ont été rincées et furent fixées après 18 heures seulement de germination dans l'eau de conduite. Ce sont les essais sur les très jeunes plantules ainsi que le dernier cité qui nous ont donné les résultats les plus intéressants. Les graines sur lesquelles nous avons expérimenté sont :

a) Silene petraea (Jardin alpin de la Linnaea)
b) Silene italica f. *nemoralis* (Jardin bot. de Cluj).

Résultats caryologiques.

On sait par les beaux travaux de Blakeslee (1), Dermen (3), Nebel et Ruttle (7) en quoi consiste l'action de la colchicine sur la mitose et la méiose : les chromatides de chaque chromosome, au lieu de se séparer à la métaphase et de monter aux pôles opposés, restent l'un près de l'autre, et le noyau, comprenant ainsi 2n couples de chro-

mosomes, passe à l'état de repos et dans la suite se révèle tétraploïde. On sait aussi qu'en présence d'une quantité suffisante de colchicine, le phénomène peut se répéter une ou plusieurs fois. Comment faut-il envisager cette répétition ? Si elle a lieu immédiatement après la première mitose manquée, comment peut-on voir les métaphases tétraploïdes normales si souvent décrites par les auteurs, puisque la colchicine inhibe toutes les métaphases ? Or, il serait bien étrange qu'elle n'ait pas lieu à la division suivante, puisque la colchicine toujours présente ne peut pas avoir un effet discontinu.

En regardant les choses de près, on constate que les auteurs qui ont décrit des mitoses polyploïdes dues à la colchicine et d'un degré supérieur à la tétraploïdie, ont observé des objets fixés longtemps après la fin de l'action de cet agent, à un moment où les phénomènes primaires qu'il produit pouvaient s'être modifiés[1]. Il nous a donc paru intéressant de voir quel peut être l'effet prolongé de la colchicine sur les noyaux, en étudiant des objets fixés avant qu'un certain « rétablissement » des choses ait pu se faire.

a) S. petraea.

Des plantules ont été traitées par la colchicine, tôt après la sortie de la radicule, pendant 28, 34, 48 et même 58 heures, et fixées immédiatement après. Les résultats, sensiblement les mêmes chaque fois, sont les suivants :

Dans les coupes, on observe quelques noyaux en prophase normale. Un certain nombre d'autres noyaux sont au repos et paraissent également normaux. Il n'y a aucune métaphase normale et l'absence des anaphases et des télophases habituelles est complète. Par contre, on observe les phénomènes anormaux suivants :

1° des métaphases à chromosomes nettement agglomérés et non disposés dans un plan; (de sorte que ni sur les coupes transversales, ni sur les longitudinales, on ne voit de vraies plaques équatoriales) ils sont clivés et *paraissent de longueur normale.* Nous aurions ici le stade initial du phénomène (fig. 6).

2° des noyaux quiescents d'aspect chromocentrique, avec des chromocentres paraissant le plus souvent géminés.

3° des prophases à chromosomes courts et d'apparence clivés, présentant une grande analogie avec le phénomène décrit plus haut et baptisé par nous prophase du premier type (fig. 7). Dans certains cas, le nombre des chromosomes paraît voisin de 2n (soit 24), dans d'autres, il est plus élevé et tend vers 4n.

---

[1] Fait exception le travail de Levan (Hereditas 24. 1938) sur Allium. Comme l'auteur ne parle pas des prophases qui suivent la première division influencée par la colchicine, on doit en conclure que dans cette espèce, elles sont normales.

4° des métaphases à chromosomes *courts* et dédoublés (fig. 8), chaque couple ayant un peu l'allure d'un ski. Tantôt les couples en question sont tassés comme dans les métaphases à chromosomes longs, tantôt ils sont disposés à peu près dans un plan. Toutefois, la figure obtenue n'est jamais régulière comme une plaque équatoriale habituelle, et certains couples forment souvent de petits groupes isolés de l'ensemble. Les métaphases ont un peu l'allure de celles décrites par nous dans l'assise nourricière, mais elles en diffèrent nettement par une apparence générale moins régulière, et par le fait que les éléments d'un couple se touchent, tandis que dans les images du genre *Spinacia,* il y a toujours une certaine distance entre les chromosomes appariés.

On voit parfois des cellules à 2 ou 4 noyaux et exceptionnellement des prophases normales dans des noyaux à 48 chromosomes.

Enfin, assez souvent, après la métaphase à doubles chromosomes courts, les noyaux en passant à l'état quiescent se disloquent en petites vésicules ou micronuclei. Ceci correspond à la distribution irrégulière des chromosomes dans ces métaphases. Un fait curieux et intéressant, à notre avis, est que dans chaque micronucleus ainsi constitué apparaît un nucléole ! Cet organite n'est donc pas lié à l'ensemble des chromosomes ou à l'un d'entre eux. Il apparaît plutôt comme une sorte de nécessité physiologique dans un noyau, même partiel.

b) Silene italica f. *nemoralis.*

Les expériences suivantes ont été faites :

1° graines traitées pendant 6 heures, fixées 3 jours après : aucun phénomène anormal.

2° graines traitées pendant 22 heures, fixées 2 jours après. Certaines plantules ont un aspect normal, d'autres ont l'aspect renflé particulier aux objets traités assez longtemps par la colchicine. Nous les avons fixées à part. Malgré cela, l'examen caryologique révèle peu de choses : quelques prophases ressemblant à celles de *Spinacia* (chromosomes assez longs, dédoublés et plus ou moins enroulés l'un autour de l'autre) et dans le tissu différencié : des cellules à 2, 3 ou 4 noyaux, ou des noyaux fragmentés en vésicules.

3° graines traitées pendant 30 heures, fixées 1½ jour après. Peu de phénomènes anormaux : quelques prophases rappelant celles de *Spinacia.*

4° graines traitées 48 heures, fixées 22 heures après. Ici, l'effet de la colchicine est évident, mais les phénomènes diffèrent notablement de ceux qui se manifestent dans les coupes fixées aussitôt après le traitement :

de très grands noyaux au repos ont un aspect réticulé normal. De nombreux noyaux immenses ont un contour irrégulier ou voisinent dans

une cellule avec de petites vésicules qu'ils ont détachées. Des prophases, anaphases et télophases normales se présentent dans ces noyaux, mais surtout les métaphases ne paraissent plus troublées. Nous avons relevé quelques plaques tétraploïdes, d'autres montrent un nombre de chromosomes voisin de 8n. Toutefois, il manque le plus souvent à ces plaques géantes quelques chromosomes et ceci s'explique par la tendance au détachement de quelques éléments chromatiques relevée plus haut. Notons en passant que les chromosomes des plaques octoploïdes sont à peine un peu plus petits que les chromosomes des plaques diploïdes normales de *S. italica* f. *nemoralis*.

5° d'autres expériences faites en traitant les plantules par la colchicine, pendant 35 heures et 48 heures et en fixant les racines aussitôt après donnèrent exactement les mêmes résultats que les expériences du même genre faites sur *Silene petraea*. Enfin, un dernier essai fut tenté en mettant les graines gonfler 10 heures à l'étuve (au lieu d'un ou deux jours comme dans l'essai 4), en traitant par la colchicine pendant 48 heures et fixant 14 heures après (temps nécessaire pour la germination).

Les phénomènes observés furent identiques à ceux produits dans l'expérience 5. Il semble dans ce dernier cas que la colchicine avait été absorbée en quantité plus forte que dans l'essai 4, puisque son effet mettait plus de temps à se dissiper. Enfin, il faut dire aussi que la fixation avait eu lieu plus tôt que dans l'essai 4.

Cinquième partie :

Discussion.

Nous examinerons d'abord les quelques faits qui se dégagent de nos essais de traitements à la colchicine.

1° Par suite d'une action prolongée de cet agent, les chromatides *non seulement ne se séparent pas à la métaphase, mais paraissent rester en contact l'un avec l'autre durant l'interphase et la prophase suivante.* Il s'ensuit une deuxième métaphase où chaque chromosome, beaucoup plus court qu'à la première, apparaît sous la forme d'un doublet. Que se passe-t-il ensuite ? Ou bien les chromosomes d'un doublet se séparent, chacun se clive, et la colchicine continuant d'inhiber l'anaphase, il en résulte un noyau à 4n chromosomes dédoublés. Ou bien, les chromosomes d'un doublet restent en contact, chaque doublet se clive et les doublets résultant de ce clivage s'isolent quelque peu les uns des autres, sans toutefois constituer 2 noyaux différents; il s'ensuit également un noyau à 4n doubles chromosomes. Il est difficile de dire au juste, lequel de ces mécanismes est emprunté, mais quoi qu'il en soit, le résultat est le même : comme le révèlent les prophases assez nombreuses à 48 chromosomes dédoublés et courts. Nous n'avons pas observé de stades ulté-

rieurs. Si maintenant la colchicine cesse d'agir, il y a séparation immédiate des chromosomes d'un doublet. En même temps la taille du noyau qui n'avait pas sensiblement augmenté jusqu'alors s'accroît notablement. On voit alors des prophases et des métaphases normales dans des noyaux tétra- ou octoploïdes.

2° Sous l'influence de la colchicine, les prophases prennent un aspect curieux, les chromosomes restant courts et nettement dédoublés. Or la colchicine ne paraît pas avoir d'action spécifique sur la prophase puisque son effet ne se manifeste *qu'à partir de la métaphase* et que dans nos préparations, il y a ici ou là des noyaux diploïdes en prophase normale. Il s'agit sans aucun doute d'une action indirecte de l'agent chimique et la cause immédiate serait l'état clivé dans lequel se trouvent les chromosomes pendant l'interphase et au début de la prophase. Ce clivage remontant à la mitose précédente aurait pour conséquence d'empêcher le développement de la prophase habituelle où les chromosomes subissent une certaine élongation. *On peut rapprocher ceci de l'absence de vraie prophase lors de la division homéotypique.* Ici également, le clivage remonte à la division précédente. Dès que la colchicine a cessé d'agir, on voit reparaître des prophases normales dans les noyaux tétra- ou octoploïdes dont les chromosomes maintenant séparés les uns des autres ont repris leur aspect normal. La brièveté des chromosomes dans les prophases influencées par la colchicine et dans les métaphases qui suivent pourrait être due à un défaut d'assimilation de la matière des chromosomes pendant l'interphase et il est assez suggestif à ce sujet que la taille des noyaux ne paraisse s'accroître qu'après la fin de l'action de la colchicine.

En résumé, il semble d'après nos résultats que l'action prolongée de la colchicine, non seulement inhibe l'anaphase et la répartition des chromatides en 2 noyaux symétriques, mais introduit entre les chromatides d'un même chromosome une attraction (ou un défaut de répulsion !) qui serait la cause des divers aspects observés. Ainsi se forment des noyaux à 24 ou 48 chromosomes dédoublés et courts qui évoluent en noyaux tétra- ou octoploïdes, lorsque la colchicine a cessé d'agir. Le clivage remontant à la division précédente empêcherait le développement d'une prophase normale. Nos observations sont à rapprocher de celles de Nebel et Ruttle (7) sur le *Souci,* mais ces auteurs ne parlent pas des prophases.

Revenons maintenant aux phénomènes de l'assise nourricière et tout d'abord aux prophases du premier type. Les chromosomes appariés ne peuvent être interprétés comme une diacinèse, d'abord parce que le nombre des couples est de 2n et non de n, que les gemini diacinétiques ont un aspect bien différent dans les espèces étudiées, et enfin parce que nous avons relevé des figures de ce genre dans la coiffe des racines. Notons que jusqu'ici au cours de nos recherches, nous n'avons jamais

observé de stade de méiose dans les cellules du tapis. D'autre part, un examen très attentif des phénomènes nucléaires qui se passent dans cette assise (voir à ce sujet les deux études que nous avons publiées ici-même en 1943) nous permet de conclure que les prophases du premier type ne sont point dues à des caryogamies : en effet, elles peuvent se présenter très tôt dans l'évolution de l'assise nourricière, à un moment où aucune fusion nucléaire ne s'est encore produite. La ressemblance de ces prophases avec celles qui sont causées par un traitement prolongé à la colchicine est assez frappante et l'on peut supposer que dans les deux cas, il s'agit de chromosomes qui, déjà clivés lors d'une métaphase avortée, ne subissent pas l'élongation habituelle à la prophase, mais apparaissent courts et géminés, dans une prophase spéciale assez analogue au début de la division homéotypique. Sans doute, la métaphase avortée qui selon nous doit précéder à chaque fois la prophase du premier type n'est-elle pas toujours aisée à mettre en évidence, mais nous avons vu quelques figures qui peuvent être interprétées ainsi dans *Viscaria alpina*. Lorsque le phénomène affecte à la fois les 2 noyaux d'une cellule binucléée (et cela est très fréquent), ceux-ci en passant à l'état de repos donnent des noyaux tétraploïdes. Or, ceci est chez les *Caryophyllées* le terme ultime de l'évolution nucléaire dans l'assise nourricière. Il est atteint en général par des mitoses simultanées et une caryogamie se produisant à la métaphase ou à l'anaphase. Il y aurait donc une autre modalité pour la constitution des 2 noyaux tétraploïdes de chaque cellule du tapis, comportant une métaphase avortée avec formation de doublets chromosomiens apparaissant à la prophase puis se disloquant en leurs éléments lors du passage à l'état quiescent.

On pourrait se demander s'il y a un rapport de filiation entre les prophases du premier et du deuxième type. Bien qu'elles se présentent toutes les deux, dans l'assise nourricière, nous ne pensons pas qu'il en soit ainsi, car là où les premières dominent, les secondes sont rares et inversement. Il s'agirait plutôt de deux modalités différentes dans l'action d'un même facteur. En effet si l'on suppose que lors d'une première métaphase avortée, l'attraction entre les chromatides peut être moins forte que dans les noyaux présentant la prophase du premier type, nous aboutissons à des prophases où les éléments chromatiques subissent l'élongation habituelle et s'enroulent l'un autour de l'autre par suite d'un reste d'attraction mutuelle qui expliquerait aussi l'appariement à la métaphase. Mais cet appariement n'est pas un accolement comme dans les objets traités à la colchicine. Il est assez suggestif de constater que dans les racines ayant subi l'action de cet agent chimique pendant un temps trop court pour produire une véritable polyploïdie, certains noyaux montrent des prophases du deuxième type qui sont également caractéristiques du *Spinacia*. Dans cette dernière espèce, les métaphases avortées avec persistance du nucléole pourraient s'expliquer comme le

stade de départ du phénomène et seraient comparable à la première métaphase manquée des objets traités par la colchicine, avec cette différence que l'attraction entre chromatides serait ici plus faible. Plusieurs cas de polysomatie avec appariement des chromosomes ont été signalés récemment: par exemple par Geitler (4) et par Wulff (9). Avec de Litardière et Langlet (5), ces auteurs l'expliquent par une double fissuration (ou « innere Teilung ») se produisant pendant la prophase ou l'état de repos. Ils n'apportent pas à ce sujet de preuves convaincantes, mais ont eu le grand mérite de montrer qu'il n'y a pas de caryogamie à la base de ces faits. Nous ne pouvons nous empêcher de penser que la double fissuration prophasique ou interphasique n'est pas la seule hypothèse qui puisse rendre compte des phénomènes que nous avons observés et qui nous paraissent du même ordre que ceux étudiés dans les *Chénopodiacées* par exemple. Ils nous paraissent voisins de ceux produits par la colchicine et seraient dus à une inhibition de la métaphase accompagnée d'une attraction plus ou moins forte et plus ou moins persistante des chromatides l'un pour l'autre. Leur fréquence dans l'assise nourricière que nous avons mise en évidence pourrait s'expliquer par des causes trophiques et ce serait une raison de penser avec *Dermen* que la colchicine agit plutôt sur le métabolisme du cytoplasme que sur les chromosomes eux-mêmes.

On pourrait dans l'assise nourricière envisager plusieurs étapes dans l'action d'un même ordre de facteurs :

1° Inhibition de la formation des membranes, d'où l'état plurinucléé des cellules (cas habituel).

2° Inhibition du fuseau, avortement de la métaphase avec attraction rémanente entre chromatides, d'où prophases du deuxième type et métaphase avec appariement (cas du *Silene dubia,* mais aussi du *Spinacia* et des objets traités peu de temps par la colchicine).

3° Inhibition du fuseau, avortement de la métaphase avec forte attraction rémanente entre chromatides, d'où prophases du premier type (cas du *Viscaria alpina* et des objets traités longtemps par la colchicine).

Quant à la double fissuration prophasique, si vraiment elle a lieu, nous pensons qu'elle serait un cas limite, où la métaphase aurait cessé de se produire[1].

---

[1] Les importants résultats de Gentcheff et Gustafsson (Hereditas 1939) sur Spinacia, apportent des arguments en faveur d'une double fissuration prophasique. Toutefois certaines de nos observations, comme aussi la distance qui existe entre les chromatides enroulés des prophases de Spinacia, nous incitent à penser que les 2 clivages sont tout de même séparés par une période de repos.

Index bibliographique.

1. Blakeslee, A. F. and Avery, B. T. Methods of inducing doubling of chromosomes in plants by treatment with colchicine. Journal of Heredity, 28. 1937.
2. Blakeslee, A. F. Dédoublement du nombre des chromosomes chez les plantes par traitement chimique. C. R. Acad. Sci. Paris 205. 1937.
3. Dermen, H. A cytological analysis of polyploidy induced by colchicine and by extremes of temperature. Journal of Heredity. 29. 1938.
4. Geitler, L. Die Polyploidie der Dauergewebe höherer Pflanzen. Ber. deutschen Bot. Ges. 58. 1940.
5. Langlet, Olof. Zur Kenntnis der polysomatischen Zellkerne im Wurzelmeristem. Svensk. Bot. Tidskr. 21. 1927.
6. de Litardière. Les anomalies de la caryocinèse somatique chez Spinacia oleracea. Revue gén. de Bot. 35. 1923.
7. Nebel, B. R. and Ruttle, M. L. The cytological and genetical significance of colchicine. Journal of Heredity 29. 1938.
8. Straub, J. Wege zur Polyploidie Berlin 1941.
9. Wulff, V. B. Die Polysomatie des Wurzelperiblems der Aizoaceen. Ber. deutschen Bot. Ges. 58. 1940.

Explication des Figures.

1. Prophases du 1er type dans l'assise nourricière de *Viscaria alpina.*
2. Idem dans la coiffe de la racine de *Silene nemoralis.*
3. Prophase du 2me type dans l'assise nourricière de *Silene dubia.*
4. Métaphase à chromosomes appariés (ibidem).
5. Métaphase normale (ibidem).
6. 1re métaphase
7. Prophase suivante } racines traitées par la colchicine.
8. 2me métaphase

Les microphotographies 1, 2, 3 représentent les mêmes stades que les figures 2, 4 et 7.