

# **Quelques caractères cytologiques, anatomiques et embryologiques distinctifs du genre *Tropaeolum* et du genre *Impatiens*, et position taxonomique de la famille des Balsaminacées**

Autor(en): **Huynh, Kim-Lang**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **93 (1970)**

PDF erstellt am: **01.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-89000>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# QUELQUES CARACTÈRES CYTOLOGIQUES, ANATOMIQUES ET EMBRYOLOGIQUES DISTINCTIFS DU GENRE *TROPAEOLUM* ET DU GENRE *IMPATIENS*, ET POSITION TAXONOMIQUE DE LA FAMILLE DES BALSAMINACÉES

par

KIM-LANG HUYNH

AVEC 9 FIGURES

---

## INTRODUCTION

1. La position taxonomique de la famille des Tropaeolacées et surtout celle de la famille des Balsaminacées, représentées presque exclusivement l'une par le genre *Tropaeolum* et l'autre par le genre *Impatiens*, ne sont pas encore établies de façon satisfaisante à l'heure actuelle.

Le genre *Tropaeolum* a été d'abord rattaché au genre *Pelargonium* par BENTHAM et HOOKER (1862) principalement en raison de la présence d'un éperon formé par le sépale postérieur. Considéré donc comme de nature foliaire, cet éperon a déterminé plusieurs systématiciens (FARENHOLTZ 1931 et EMBERGER 1960) à rapprocher la famille des Tropaeolacées de celle des Géraniacées. Par contre, certains auteurs (FARENHOLTZ *id. op.* et EMBERGER *id. op.*) considèrent l'éperon des *Tropaeolum* comme de nature réceptaculaire, dépendant donc de la tige, et attribuent aux Tropaeolacées une plus grande affinité avec les Sapindacées.

Quant aux Balsaminacées, elles ont été d'abord rattachées aux « Géraniacées » par BENTHAM et HOOKER (1862) comme les Tropaeolacées. WARBURG et REICHE (1896, p. 388), en les insérant dans l'ordre des Sapindales, ont bien précisé que cette position taxonomique n'est qu'un pis aller et ont proposé une recherche de leur affinité avec d'autres familles dans l'ordre des Géraniales, en dehors de celle des Tropaeolacées. Ainsi, très vite, la famille des Balsaminacées a été érigée par

l'école de botanique systématique allemande au rang de sous-ordre à l'intérieur des Sapindales, position qu'elle occupe encore actuellement (cf. ENGLER 1898, ENGLER et GILG 1919, ENGLER et DIELS 1936, et SCHOLZ 1964). Du côté de l'école française, EMBERGER (1960, p. 664) la classe parmi les « familles rattachées aux Térébinthales avec doute ».

Cependant, dans un système phylogénique nouveau, HUTCHINSON (1959) place la famille des Tropaeolacées et celle des Balsaminacées directement l'une à côté de l'autre dans l'ordre des Géraniales. L'auteur a donc voulu mettre en relief l'affinité entre ces deux familles, à ses yeux plus étroite l'une vis-à-vis de l'autre qu'avec n'importe quelle autre famille. Une disposition plus ou moins semblable figure dans TAKHTAJAN (1959).

2. C'est pour essayer d'apporter quelques lumières à la solution de ce problème que nous avons entrepris (1968) une étude comparative massive du pollen des Tropaeolacées et des Balsaminacées. Une étude dans le même but a été faite aussi chez les Oxalidacées (cf. HUYNH 1969). La valeur phylogénique du pollen, en effet, n'est plus à démontrer.

En même temps, nous avons étudié aussi — toujours sur le plan comparatif — d'autres parties constituantes importantes de l'organe reproducteur mâle et la structure de l'ovule. Car le rôle conservateur (au sens taxo-phylogénique) de l'appareil reproducteur est chose bien évidente. Plusieurs caractères génériques, donc constants, ont été aperçus par nous chez le genre *Tropaeolum* et le genre *Impatiens*. Cependant, dans le présent travail, nous ne mettrons l'accent que sur quelques-uns d'entre eux, ceux-là seuls qui les distinguent nettement.

### Matériel et techniques

Le présent travail porte sur des espèces réparties dans des groupes taxonomiques différents des deux genres, selon le système de WARBURG et REICHE (1896) pour les *Impatiens* et celui de SPARRE (1968) pour les *Tropaeolum*. On trouve d'un côté *Impatiens burtonii* Hook. fil., *I. capensis* Meerb., *I. flaccida* Arn., *I. hawkeri* Bull., *I. holstii* Engl. et Warb., *I. insubrica* Beauv., *I. noli-tangere* L., *I. parviflora* DC., *I. roylei* Walp., *I. scabrida* DC. et *I. walleriana* Hook. fil.; de l'autre, *Tropaeolum cochabambae* Buch., *T. maculifolium* Hughes, *T. majus* L., *T. minus* L., *T. peltophorum* Bth., *T. peregrinum* L., *T. tricolor* Sweet et *T. tuberosum* R. et P.

Le matériel d'étude provenait soit de plantes cultivées en serre tempérée ou à l'air libre suivant les conditions exigées par leur culture, soit de fixations faites sur le terrain (cas de *T. maculifolium*).

Ce matériel a été fixé au Helly (sauf le cas de *T. maculifolium* : fixation à l'alcool-acétique 3 : 1), puis coupé à une épaisseur de 15-20  $\mu$ , ensuite coloré à la réaction nucléale de Feulgen suivie d'une post-chromisation au vert lumière. (Pour les détails de la technique, cf. HUYNH 1965.) La double coloration a été aussi utilisée pour vérifier les résultats, sur la lignine, obtenus avec la réaction de Feulgen.

## OBSERVATIONS

### A. Chez le genre *Impatiens*

Chez le genre *Impatiens*, nous avons remarqué les trois caractères génériques importants suivants : l'existence d'une sorte de tapis interne parmi les cellules sporogènes de l'anthère, la formation d'une épistase dans l'ovule et surtout l'état de métaphase permanente dans le noyau reproducteur du pollen mûr.

#### 1. La présence d'un tapis interne

Il semble bien établi que c'est OTLEY (1918) qui a remarqué, pour la première fois, l'existence de trabécules formées de cellules non-sporogènes, qui cloisonnent les loges d'anthères chez le genre *Impatiens*, plus précisément chez *I. sultani*. L'origine de ces cellules n'a pas été sûrement déterminée ; cependant l'auteur pense qu'il est hautement probable qu'elles dérivent de cellules sporogènes devenues stériles.

SCHÜRHOFF (1931) a noté aussi la présence de ces cellules chez *I. parviflora*, dès l'instant même où l'on commence à pouvoir distinguer les cellules-mères. Chez *Hydrocera*, par contre, c'était une « émigration » effective de cellules du tapis vers l'intérieur de la masse sporogène. Ainsi, d'après le même auteur, les cellules non-sporogènes en question chez les Balsaminacées ne proviennent pas de cellules sporogènes stériles mais plutôt de cellules tapétales qui ont émigré vers l'intérieur de l'ensemble des cellules effectivement sporogènes.

Chez *I. roylei* (= *I. glandulifera* Royle), STEFFEN et LANDMANN (1958) ont relevé aussi la formation de cloisons de cellules non-sporogènes à l'intérieur des loges d'anthères. Ils les ont appelées « Balken-tapetum », mais considéraient les cellules dont elles sont formées comme d'origine sporogène.

Chez toutes les espèces étudiées dans ce travail, l'existence d'un tel tapis interne est toujours nette. Les cellules qui le constituent sont identiques à celles du tapis normal (qui entoure la masse sporogène de l'anthère) et se comportent exactement comme elles. Nous décrirons ici les principaux stades de son développement.

a) Ce n'est qu'avec la maturation des cellules-mères que l'on peut reconnaître facilement les cellules de ce tapis. En effet, elles sont beaucoup plus petites que les jeunes cellules-mères qui les avoisinent ; de plus, leurs noyaux et leur cytoplasme sont nettement plus chromatiques que ceux de ces cellules-mères.

b) L'identification du tapis interne est encore plus facile avec l'entrée en méiose des cellules-mères (fig. 2). Les noyaux de ces cellules présentent alors des figures typiques de la division hétérotypique — dont celles relatives au stade de synzesis sont les plus favorables — qui permettent de distinguer facilement les cellules-mères des cellules tapétales.

c) Ces cellules tapétales internes ont toujours été trouvées présentes à travers les différents stades de la microsporogenèse. Elles persistent jusqu'à la première division pollinique et ne disparaissent qu'après la formation de la cellule générative.

## 2. Dans la cellule générative du pollen mûr

a) Deux phénomènes particuliers sont à relever dans la cellule générative du genre *Impatiens*. Peu de temps après sa formation, cette dernière perd sa forme sphérique (fig. 3) et prend une forme nettement allongée et plus ou moins cylindrique (fig. 4). En même temps, le noyau reproducteur change de structure et atteint un stade de métaphase, sous lequel il se présente jusqu'à la déhiscence de l'anthère. (Nos observations n'ont pas porté sur la germination du pollen.) C'est donc une métaphase permanente (ou une « métaphase bloquée » selon KHOSHOO, 1966, p. 36), comme l'ont signalée d'ailleurs HEITZ et RESENDE (1936) chez *I. balsamina*. (Par contre, RAGHAVAN *et al.*, 1939, regardent ce stade mitotique comme une prophase.) Dans cette métaphase curieuse, les chromosomes, dont le nombre est égal au nombre haploïde de l'espèce, se sont disposés les uns à la suite des autres et affectent un aspect fissuré et très compact. Des remarques analogues ont été faites par OTLEY (1918) et SCHÜRHOFF (1931) respectivement chez *I. sultani* et *I. parviflora*.

Ces faits cytologiques s'observent chez toutes les espèces d'*Impatiens* étudiées dans ce travail (excepté *I. hawkeri*, une espèce néo-guinéenne : cf. alinéa suivant) et sur tous les grains de pollen sans exception. Ils semblent être présents aussi chez 12 autres espèces, à savoir *I. amphorata* Edg., *I. amplexicaulis* Edg., *I. balfourii* Hook. fil., *I. bella* Hook. fil. et Th., *I. biflora* Walt., *I. brachycentra* Kar. et Kir., *I. edgeworthii* Hook., *I. platypetala* Lindl., *I. serrata* Bth., *I. sulcata* Wall., *I. thomsonii* Hook. fil. et *I. tripetala* Roxb. (cf. KHOSHOO *id. op.*).

b) Chez *I. hawkeri*, par contre, le pollen mûr possède toujours 3 noyaux qui sont à l'état de repos (fig. 5). En effet, après une période de repos assez longue qui suit sa naissance, le noyau reproducteur entre en mitose : les chromosomes augmentent simultanément en nombre, en dimensions et en chromaticité. (À cette étape, on remarque déjà dans le cytoplasme du pollen une nette accumulation de matières de réserve, qui s'accroît par la suite.) Nous n'avons pu observer en détail les stades métaphasique et anaphasique de cette division du noyau reproducteur. Cependant sur tous les grains de pollen mûrs sans exception, l'existence de deux spermatozoïdes parfaitement individualisés est hors de doute : chaque spermatozoïde s'entoure d'une couche de cytoplasme, mince mais bien distincte des éléments chromatiques qui le constituent presque exclusivement. Très souvent, cependant, nous croyions avoir pu surprendre des fins d'anaphase de cette division : les deux spermatozoïdes naissants se trouvaient alors dans le prolongement l'un de l'autre et affectaient tous les deux une forme de massue étirée, de manière à former ensemble une sorte d'haltère, renflée aux deux extrémités et effilée progressivement vers son milieu. Le tout était encore enveloppé d'une mince gaine de cytoplasme. Il semble donc que la division du noyau reproducteur de l'*I. hawkeri* se fait par strangulation, comme on l'a signalé jusqu'ici chez d'autres espèces d'*Impatiens*.



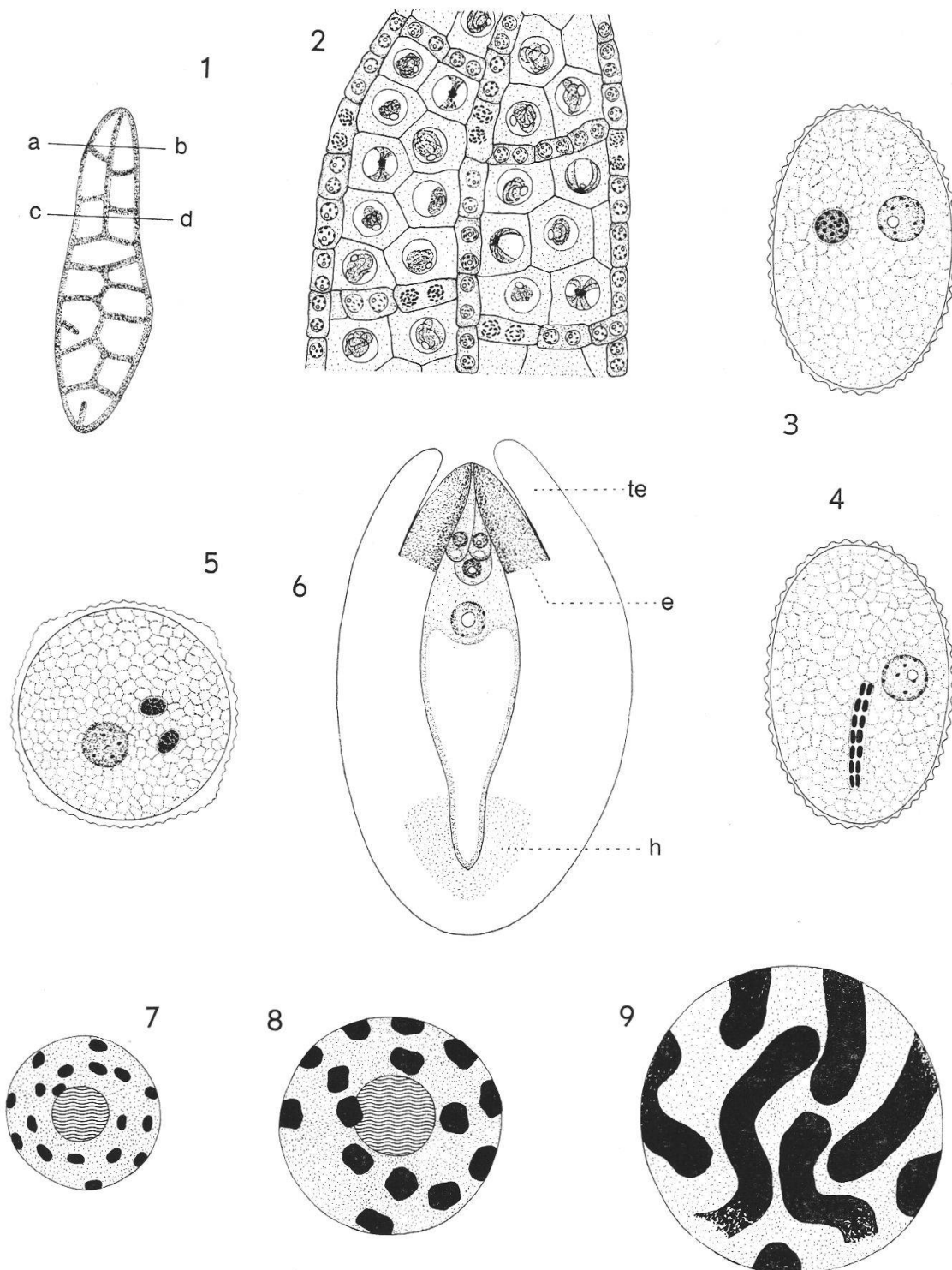


Fig. 1. Coupe schématique d'une anthère de *Impatiens burtonii*. Les parties pointillées représentent les cellules tapétales ; celles laissées en blanc indiquent l'emplacement des cellules-mères.

Fig. 2. Détails de la partie encadrée entre les lignes «a-b» et «c-d» de la figure 1. Les cellules-mères y sont au stade de synizesis.

Fig. 3. Un grain de pollen jeune à deux noyaux des *Impatiens* : noter la forme sphérique et l'état de repos du noyau reproducteur.

Fig. 4. Un grain de pollen mûr de l'*I. scabrida* : noter la forme allongée de la cellule générative et l'état de métaphase du noyau reproducteur.

Fig. 5. Un grain de pollen mûr de l'*I. hawkeri* : noter la présence des deux spermatozoïdes.

Fig. 6. Coupe schématique d'un ovule mûr de l'*I. scabrida*. Abréviations : te = tégument externe ; e = épistase ; h = hypostase.

Fig. 7-9. Noyaux de synergides de *Tropaeolum minus* (dessinés à une même échelle). Fig. 7. Un noyau peu après sa formation.

Fig. 8. Un noyau hypertrophié (stade intermédiaire).

Fig. 9. Coupe tangentielle d'un noyau hypertrophié à l'extrême (une partie des éléments chromatiques seulement sont représentés).

(Nous pensons qu'on pourrait trouver aussi l'existence du pollen à 3 noyaux chez d'autres espèces parmi celles qui ont un pollen apparenté à celui de l'*I. hawkeri* : cf. HUYNH 1968, pp. 477-481. Toutes ces espèces, différenciées dans l'aire géographique formée principalement par la Papouasie et l'Archipel Malais, ont en effet un pollen très caractéristique que nous avons appelé, dans le travail qui vient d'être cité, le type « Archipel Malais ». La plupart d'entre elles sont d'ailleurs affines.)

A part cette particularité cytologique, l'espèce néo-guinéenne en possède encore une autre : le fixateur de Helly ne semble pas lui convenir. Car, à l'encontre des autres espèces, la coloration au Feulgen du matériel ainsi fixé présente un aspect plutôt mauvais.

c) Chez *Hydrocera* (cf. SCHÜRHOFF *id. op.*), le deuxième genre de la famille, le pollen mûr est bi-nucléé. Le noyau reproducteur, toujours à l'état de repos dans le pollen, ne se divise qu'à la germination de ce dernier.

### 3. L'existence d'une épistase

a) La totalité (ou une très grande partie) des cellules du tégument interne se lignifient et forment une épistase qui coiffe de façon étroite la partie micropylaire du sac embryonnaire (fig. 6).

Cette lignification n'apparaît qu'au cours de la méiose dans l'ovule. Car, au stade de synizesis dans la cellule-mère du sac embryonnaire, on n'en voit encore aucune manifestation ; cependant une épistase assez bien formée, c'est-à-dire aux cellules assez bien lignifiées, s'observe souvent au stade de métaphase hétérotypique déjà (*I. hawkeri*). Elle peut être très intense comme chez *I. scabrida* et *I. roylei*, ou faible comme c'est le cas de l'*I. noli-tangere* ou celui de l'*I. capensis*. Cependant elle est toujours nettement visible. Généralement c'est la couche de cellules touchant directement la partie micropylaire du sac embryonnaire, qui est la plus affectée par ce phénomène.

b) Chez *Hydrocera*, SCHÜRHOFF (*id. op.*) rapporte que le tégument interne se lignifie après la fécondation. Ce serait donc un phénomène analogue.

### 4. L'existence non générique d'une hypostase

Les cellules chalazales qui entourent la partie inférieure du sac embryonnaire se lignifient chez certaines *Impatiens* et donnent ainsi naissance à une hypostase (fig. 6). Ce phénomène est particulièrement net chez *I. scabrida* et chez *I. roylei*. Par contre, chez *I. insubrica*, *I. noli-tangere*, *I. capensis* et *I. parviflora*, l'hypostase fait défaut. Chez les autres espèces, elle est présente mais à un degré faible.

De toute façon, la sclérification dans la région chalazale n'est jamais aussi intense que dans la région micropylaire sur une même espèce.

En somme, on peut conclure à l'existence, chez le genre *Impatiens*, d'une tendance générale à la sclérification de l'ovule. Si elle affecte la région micropylaire chez toutes (?) les espèces, cette tendance n'atteint, quant à la région chalazale, qu'un certain nombre d'entre elles.

### B. Chez le genre *Tropaeolum*

Tous les caractères généraux mentionnés ci-dessus dans le genre *Impatiens* sont totalement absents chez le genre *Tropaeolum*. Il en est de même pour le genre *Oxalis* (où l'hypostase seule est présente) et le genre *Geranium* (cf. HUYNH 1965). Par contre, le genre *Tropaeolum* présente une autre particularité : l'existence, dans les noyaux des synergides, d'un phénomène d'endomitose entendue dans le sens de GEITLER (1953).

Ce phénomène consiste en une multiplication plus ou moins statique de la matière chromatinienne des noyaux des synergides, c'est-à-dire presque sans manifestation d'activité assimilable à la mitose. En effet, après la mise en place des éléments du sac embryonnaire dont la formation est du type normal, les chromocentres des noyaux des synergides augmentent progressivement de taille. En même temps, ces noyaux s'accroissent visiblement en volume (fig. 7, 8 et 9). Ces transformations s'accompagnent de légers changements de structure nucléaire : les chromocentres, dont le nombre reste pratiquement le même au cours de ce phénomène d'hypertrophie, se présentent alors sous un aspect tantôt compact, tantôt « lâche ». Chez *T. majus* et *T. minus*, on observe aussi des éléments chromatiques fortement épais, 5 à 6 fois plus longs que larges, qui simulent des portions de « chromosomes géants » (fig. 9).

Les noyaux des synergides deviennent ainsi environ huit fois plus grands qu'à leur naissance. La méthode de mesure de la polyploïdie des noyaux endomitotiques, que nous avons établie (cf. HUYNH 1965, p. 69), nous a permis d'évaluer le degré de polyploïdie de ces noyaux au voisinage de  $8n$ . Leur chromatine s'était donc multipliée trois fois ( $n \rightarrow 2n \rightarrow 4n \rightarrow 8n$ ).

Enfin, il est à retenir que chez les *Tropaeolum*, les synergides restent toujours uni-nucléées.

### DISCUSSION

1. Ainsi l'appareil reproducteur du genre *Tropaeolum* ne présente pas de caractères vraiment particuliers — considérés sous l'objectif de ce travail — à part l'endopolyploïdisation des noyaux des synergides. Cette forme de multiplication de la matière chromatinienne semble rapprocher ce genre du genre *Geranium*, dans lequel un phénomène semblable a été relevé sur les synergides de *G. ayavacense* Knuth (cf. HUYNH 1965).

2. Chez le genre *Impatiens*, c'est tout à fait différent.

a) Le caractère le plus particulier, parmi ceux qui ont été décrits ci-dessus, est sans doute l'existence d'une sorte de métaphase permanente sur le noyau reproducteur à l'état mûr du pollen. (Le cas de *I. hawkeri* ne constitue qu'une exception négligeable à ce caractère générique.) Ce fait cytologique curieux ne semble s'observer, en dehors du genre *Impatiens*, que dans les genres *Bulbine* et *Bulbinopsis* (cf. GEITLER 1942), appartenant à la famille des Liliacées.



Viennent ensuite, à peu près au même degré d'importance, la présence d'une épistase dans l'ovule et la possession d'un tapis interne dans la masse sporogène de l'anthere. La formation d'une épistase, à dire vrai, ne constitue pas un caractère anato-embryologique vraiment exceptionnel. Car elle existe aussi chez d'autres genres d'Angiospermes (cf. MAHESHWARI 1950, p. 67), comme chez le genre *Ilex* (cf. HERR 1961, p. 27), appartenant à la famille des Aquifoliacées, donc aux Célastrales. Cependant, elle ne semble pas fréquente chez les Disciflores. Il faut retenir toutefois que ce phénomène de lignification de l'extrémité micropylaire du tégument interne n'a pas encore retenu suffisamment l'attention des embryologistes jusqu'ici.

Quant à la présence d'un tapis interne au cœur de la masse sporogène mâle, elle n'a été relevée, parmi les Disciflores, que chez le genre *Chisocheton* (cf. DAVIS 1966), appartenant à la famille des Méliacées, donc à l'ordre des Sapindales.

b) A ces caractères qui ont fait l'objet de ce travail, on peut en ajouter d'autres :

Sur le plan biochimique (cf. HEGNAUER 1963, p. 254, et 1964, p. 234), la graine des *Impatiens* garde le monopole exclusif de l'acide parinarique qui n'existe, en dehors de ce genre, que dans la graine de quelques espèces de *Parinarium* (Rosacées). De même, les glycérides à acide acétique, présents aussi dans la graine des *Impatiens*, ne s'observe avec certitude nulle part ailleurs.

Au point de vue du pollen (cf. HUYNH 1968), le pollen typique du genre *Impatiens* est un pollen 4-aperturé dont la ligne équatoriale affecte une forme rectangulaire. Ce pollen particulier ne s'observe, parmi les Angiospermes et de façon isolée, que chez le genre *Jollydora* (cf. ERDTMAN 1952), un petit genre de quelque trois espèces appartenant à la famille des Connaracées, donc à l'ordre des Rosales.

Du côté strictement embryologique, la formation de l'albumen des *Impatiens* suit un mode « très particulier » (DAHLGREN 1934, p. 104). La première division de cet albumen est une division cellulaire qui donne naissance à deux chambres. Dans la chambre micropylaire, on observe d'abord quelques divisions cellulaires ; ensuite c'est la formation de noyaux libres. Dans la chambre chalazale, on ne trouve que des noyaux libres. C'est donc un mode de transition entre le type cellulaire et le type nucléaire.

On a souvent rapproché, à ce point de vue, le genre *Impatiens* des familles des Aquifoliacées et des Cyrillacées (Célastrales). Cependant, si ces trois groupes de plantes ont en commun seulement le début de la formation de l'albumen, la suite de son développement est très différente chez le genre *Impatiens* (cf. DAHLGREN *id. op.*, HERR 1961 et COPELAND 1953).

Envisagé sous l'angle anatomique (cf. METCALFE et CHALK 1957, p. 1345), le genre *Impatiens* est caractérisée par une grande abondance de cellules à raphides. S'il est vrai que de telles cellules ont été signalées, et de façon sporadique, chez les Zygophyllacées (Géraniales), les Ruta-

cées (Rutales) et les Mélianthacées (Sapindales), une telle abondance, si caractéristique, ne s'observe nulle part ailleurs parmi les Disciflores.

Enfin, couronnant toutes ces particularités qui sont d'ordre microscopique, viennent s'ajouter ici celles qui relèvent de la morphologie externe de la fleur. A ce point de vue, la position taxonomique singulière du genre *Impatiens* — c'est-à-dire celle de la famille des Balsaminacées, étant donné que cette famille se compose de quelque 550 espèces dont une seule, *Hydrocera angustifolia* Bl., appartient à un autre genre — est trop bien connue pour qu'il soit nécessaire de la décrire dans ce travail.

### CONCLUSION

Ainsi le genre *Impatiens* est sans doute un genre exceptionnellement particulier, et à plusieurs points de vue, macroscopiques comme microscopiques.

a) Il y a quelque soixante-dix ans, WARBURG et REICHE (1896), en butte aux seules particularités morphologiques externes, ont déjà éprouvé la plus grande difficulté à classer cette « ausserordentlich scharf definierte Familie » (p. 388). Les taxonomistes de notre XX<sup>e</sup> siècle n'ont pas mieux réussi. Cela prouve déjà assez, même abstraction faite de toutes les autres particularités, que la famille des Balsaminacées ne peut s'accorder, sur le plan taxonomique, avec aucune autre famille.

Or, l'histoire de la botanique systématique a montré que, à mesure que progressent nos connaissances, les taxa n'ont jamais cessé de « monter en grades » dès que la « limite-critique » fut atteinte. Des variétés ont été ainsi élevées en sous-espèces, des sous-espèces en espèces, des espèces en genres, des genres en familles, etc. En ce qui concerne la famille des Balsaminacées, où toutes les tentatives de classification dans l'ensemble de la classe des Dicotylédones restent jusqu'ici peu fructueuses, ne serait-il pas alors plus logique de la détacher de l'ordre des Sapindales (systèmes affiliés à ce point de vue à celui de ENGLER et PRANTL) ou de l'ordre des Géraniales (systèmes apparentés à celui de BENTHAM et HOOKER), et de l'ériger définitivement en un ordre nouveau, soit l'ordre des Balsaminales? (Il semble que c'est SCHÜRHOFF, 1931, p. 351, qui a le premier préconisé cette « promotion ».) Cette opinion semble être aussi celle de SCHOLZ (1964) qui, tout en reconnaissant la position isolée de la famille des Balsaminacées (p. 277) et en lui attribuant le nom accessoire de « Balsaminales » (p. 286), l'a néanmoins maintenue au rang de sous-ordre dans l'ordre des Sapindales.

b) Certes, par certains côtés, la famille des Balsaminacées se rapproche d'autres Disciflores. Sans mentionner l'existence d'un tapis interne, qui apparente le genre *Impatiens* (et le genre *Hydrocera* aussi) aux Sapindales (cf. *supra*, p. 172), considérons ici seulement le point de vue embryologique strictement relatif à l'ovule. D'abord, la formation d'haustoria à partir de cellules d'albumen, une propriété impor-

tante des *Impatiens*, a été relevée aussi (cf. DAVIS 1966) chez les Cyrillacées et les Icacinacées (Célastrales) mais aussi chez les Sabiacées (Sapindales). Ensuite, comme MAURITZON (1936, p. 210) l'a signalé, les deux téguments de l'ovule du genre *Impatiens* sont partiellement fusionnés (voir figure 6 du présent travail). Ce fait, d'après le même auteur, rapproche ce genre de certaines familles de Célastrales (Aquifoliacées, Cyrillacées et Icacinacées), où l'ovule est unitégumenté.

Ainsi, il semble à première vue que, de toutes les Disciflores, c'est avec les Célastrales que la famille des Balsaminacées présente le plus d'affinité au point de vue de l'embryologie ovulaire. C'est en se plaçant à ce point de vue principalement que MAURITZON (*id. op.*, p. 206) a préconisé le rattachement de cette famille à l'ordre des Célastrales.

Cependant, il n'est pas certain que les deux caractères embryologiques communs aux Balsaminacées et à certaines familles de Célastrales (mentionnés ci-dessus, dans ce même paragraphe) peuvent constituer des critères d'affinité sûrs ; car ils ne présentent rien de vraiment particulier. En effet, s'il est certain que ces caractères sont plutôt rares chez les Dialypétales, ils sont fréquents chez les Sympétales. Par conséquent, il semble plus correct de considérer la famille des Balsaminacées et celles des Aquifoliacées, des Cyrillacées et des Icacinacées comme des termes de transition entre le type embryologique dialypétale et le type embryologique sympétale. Cela ne signifie pas forcément que ces quatre familles doivent être affines.

c) Même si la famille des Balsaminacées est, par certains côtés, affine à l'ordre des Célastrales (ou à un autre ordre des Disciflores), le fait de l'ériger en un ordre distinct n'implique pas nécessairement la négation de toute affinité avec ce groupe taxonomique. Dès lors pourquoi faut-il s'obstiner à rattacher à tout prix cette famille si distincte et si particulière à un des ordres actuels des Disciflores, dans aucun desquels elle n'est vraiment à sa place ?

---

### Remerciements

Le matériel relatif à l'*Impatiens hawkeri* (boutures) et au *Tropaeolum maculifolium* (fleurs fixées à l'alcool-acétique 3 : 1) est dû à la très grande obligeance respectivement du Dr J. S. Womersley (directeur, Section de botanique, Department of Forest, Lae, Nouvelle-Guinée) et du Père L. Uribe-Uribe (conservateur, Institut des Sciences naturelles, Université nationale de Bogotá).

Une discussion a été faite avec M. le professeur C. Favarger, directeur de l'Institut de botanique de l'Université de Neuchâtel.

---

### Résumé

Les caractères génériques suivants ont été établis dans le genre *Tropaeolum* et le genre *Impatiens*. Chez le genre *Tropaeolum* : présence d'un phénomène de multiplication plus ou moins statique de la matière chromatinienne dans les noyaux des synergides. Cela rapproche ce genre du genre *Geranium*. Chez le genre *Impatiens* : existence d'une sorte de métaphase permanente sur le noyau reproducteur du pollen mûr qui reste toujours binucléé à l'intérieur de l'anthère (excepté *I. hawkeri*, où le pollen mûr est toujours trinuécléé) ; présence d'un tapis interne au cœur même de la masse sporogène mâle ; formation d'une épistase dans l'ovule. Ces particularités cytologiques et anato-embryologiques, jointes à d'autres (biochimiques, palynologiques, etc.), examinées simultanément avec la morphologie singulière du genre *Impatiens*, ont décidé l'auteur à préconiser l'érection définitive de la famille des Balsaminacées en un ordre nouveau.

### Zusammenfassung

Aus der vorliegenden Arbeit gehen für die Gattungen *Tropaeolum* und *Impatiens* folgenden Gattungscharaktere hervor. Bei der Gattung *Tropaeolum* : Vorhandensein einer mehr oder weniger statischen Vermehrung des Chromatins in den Kernen der Synergiden. Diese Erscheinung nähert diese Gattung der Gattung *Geranium* an. Bei der Gattung *Impatiens* : Vorhandensein einer Art permanenter Metaphase im generativen Kern des reifen Pollens der im Innern der Anthere immer zweikernig bleibt (ausgenommen *I. hawkeri*, wo der reife Pollen immer dreikernig ist) ; Vorhandensein eines inneren Tapetum zwischen den männlichen sporogenen Zellen ; Bildung einer Epistasis in der Samenanlage. Diese cytologischen und anato-embryologischen Eigenheiten, verbunden mit anderen (biochemischen, palynologischen, usw.), gleichzeitig betrachtet mit der eigentümlichen Morphologie der Gattung *Impatiens*, haben den Verfasser zum Entschluss gebracht, die definitive Erhebung der Familie der Balsaminaceen in eine neue Reihe vorzuschlagen.

### Summary

Some generic characters have been established in the genus *Tropaeolum* and the genus *Impatiens*. In the genus *Tropaeolum* : appearance of a phenomenon of more or less static increase of chromatin in the nuclei of synergids. This seems to be an indication of a close relationship between this genus and the genus *Geranium* where the same phenomenon has been observed. In the genus *Impatiens* : existence of a kind of permanent metaphase on the generative nucleus at the maturity

of the pollen which is always binucleate when still remaining inside the anthers (except *I. hawkeri* the mature pollen of which is always trinucleate); an inner tapetum among the very pollen mother cells; formation of an epistasis in the ovule. These cytological and anatomo-embryological peculiarities, considered conjointly with other ones (biochemical, palynological, etc.) in particular the singular morphology of the genus *Impatiens* have decided the author to propose to raise definitively the family of Balsaminaceae up to the range of an order.

---

### BIBLIOGRAPHIE

- BENTHAM, G. et HOOKER, J. D. — (1862). *Genera Plantarum. Pars I. London.*
- COPELAND, H. F. — (1953). Observations on the Cyrillaceae particularly on the reproductive structures of the North American species. *Phytomorphology* 3 : 405-411.
- DAHLGREN, K. V. O. — (1934). Die Embryologie von *Impatiens roylei*. *Svensk bot. Tidskr.* 28 : 103-125.
- DAVIS, G. L. — (1966). Systematic embryology of the Angiosperms. *New York.*
- EMBERGER, L. — (1960). *Traité de Botanique (systématique). II. Les végétaux vasculaires. Paris.*
- ENGLER, A. — (1898). *Syllabus der Pflanzenfamilien. Berlin.*
- ENGLER, A. et GILG, E. — (1919). *Id.*
- ENGLER, A. et DIELS, L. — (1936). *Id.*
- ERDTMAN, G. — (1952). Pollen morphology and Plant taxonomy. Angiosperms. *Uppsala.*
- FARENHOLTZ, H. — (1931). Tropaeolaceae. In *Die natürl. Pflanzenfam.* (A. ENGLER et K. PRANTL), 2<sup>e</sup> édit., 19a. *Leipzig.*
- GEITLER, L. — (1942). Über die Struktur des generativen Kernes im zweikernigen Angiospermenpollen. *Planta* 32 : 187-195.
- (1953). Endomitose und endomitotische Polyploidisierung. *Protoplasmatologia* 6, C.
- HEGNAUER, R. — (1963). Chemotaxonomie der Pflanzen. Bd. 2. *Basel.*
- (1964). *Id.* Bd. 3. *Id.*
- HEITZ, E. et RESENDE, F. — (1936). Zur Methodik der Pollenkorn- und Pollenschlauchuntersuchung. *Bol. Soc. Brot.* 11, 2<sup>e</sup> sér. : 1-15.
- HERR, J. M. Jr. — (1961). Endosperm development and associated ovule modifications in the genus *Ilex* L. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.* 77 : 26-32.
- HUTCHINSON, J. — (1959). The families of Flowering plants. Dicotyledons. *Oxford.*
- HUYNH, K.-L. — (1965). Contribution à l'étude caryologique et embryologique des Phanérogames du Pérou. *Mém. Soc. helvét. Sci. nat.* 85 : 3-178.
- (1968). Morphologie du pollen des Tropaeolacées et des Balsaminacées. *Grana palynol.* 8 : 88-184 et 277-516.



- (1969). Etude du pollen des Oxalidaceae. *Engler, Bot. Jb.* 89 : 272-303 et 305-334.
- KHOSHOO, T. N. — (1966). Cytology of pollen with particular reference to *Impatiens* and *Allieae*. *Proc. Indian Acad. Sci.* 63, 1, B : 35-44.
- MAHESHWARI, P. — (1950). An introduction to the embryology of Angiosperms. *New York*.
- MAURITZON, J. — (1936). Zur Embryologie und systematischen Abgrenzung der Reihen Terebinthales und Celastrales. *Bot. Not.* : 161-212.
- METCALFE, C. R. et CHALK, L. — (1957). Anatomy of the Dicotyledons. *Oxford*.
- OTLEY, A. M. — (1918). A contribution to the life history of *Impatiens sultani*. *Bot. Gaz.* 66 : 289-317.
- RAGHAVAN, T. S., VENKATASUBBAAN, K. R. et WULF, H. D. — (1939). Division of the generative cell in *Impatiens balsamina*. *Cytologia* 9 : 389-392.
- SCHOLZ, H. — (1964). Reihe Geraniales, Reihe Rutales, Reihe Sapindales. In A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien (H. MELCHIOR) : 246-288.
- SCHÜRHOFF, P. N. — (1931). Die Haploidgeneration der Balsaminaceen und ihre Verwertung für die Systematik. *Engler, Bot. Jb.* 64 : 324-356.
- SPARRE, B. — (1968). Preliminary report on the taxonomy of the Tropaeolaceae. In HUYNH 1968 : 97-114.
- STEFFEN, K. et LANDMANN, W. — (1958). Entwicklungsgeschichtliche und cytologische Untersuchungen am Balkentapetum von *Gentiana cruciata* L. und *Impatiens glandulifera* Royle. *Planta* 50 : 423-460.
- TAKHTAJAN, A. — (1959). Die Evolution der Angiospermen. *Jena*.
- WARBURG, O. et REICHE, K. — (1896). Balsaminaceae. In Die natürl. Pflanzenfam. (A. ENGLER et K. PRANTL) III, Abt. 5. *Leipzig*.
-