Zeitschrift: Boissiera : mémoires de botanique systématique
Herausgeber: Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève
Band: 19 (1971)

Artikel: Recherches chimiotaxonomiques sur les plantes vasculaires XXII : apports récents de la biochimie à la résolution de quelques problèmes systématiques posés par les Légumineuses
Autor: Jay, Maurice / Lebreton, Philippe / Letoublon, Robert
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-895473

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: 10.12.2025

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

Boissiera 19: 219-257. 1971.

Recherches chimiotaxonomiques sur les plantes vasculaires. XXII [1]. Apports récents de la biochimie à la résolution de quelques problèmes systématiques posés par les Légumineuses

MAURICE JAY, PHILIPPE LEBRETON, ROBERT LETOUBLON

Introduction

Les Légumineuses constituent une très vaste subdivision du règne végétal, probablement la seconde après celle des Composées; elles comptent en effet plus de 500 genres et plus de 12 000 espèces réparties par TAUBERT (301) en trois sous-familles: Mimosoïdées, Caesalpinioïdées et Faboïdées (= Lotoïdées ou Papilionoïdées).

Trois arguments nous ont poussés à retenir dans le cadre de ce 6e Symposium de Flora Europaea la famille des Légumineuses.

Argument phytogéographique.

Il s'agit d'une famille très cosmopolite, s'étendant des régions tropicales aux régions subpolaires, mais dont nombre de représentants sont européens: le tableau 1 récapitule les genres européens décrits dans Flora Europaea (304), classés selon l'ordre admis par TAUBERT.

Il apparaît nettement que si les Mimosoïdées et les Caesalpinioïdées ont une faible représentation européenne, avec respectivement 1 et 3 genres, soit 10 et 3 espèces sur les 2000 que compte chacune de ces deux sous-familles, par contre les Faboïdées ont une assez large distribution européenne: 71 genres et plus de 800 espèces réparties sur 9 des 10 tribus reconnues à l'intérieur de cette sous-famille; seule en effet, la tribu des Dalbergiées est exclusivement tropicale voire équatoriale.

Argument chimique.

D'un point de vue chimique qui nous intéresse ici plus particulièrement, cette famille des Légumineuses a reçu une grande attention de la part des chercheurs: nous avons répertorié plus de 130 genres et près de 1000 espèces analysées. L'on peut voir à ceci plusieurs raisons. La première est que les Légumineuses ont une grande

[1] Précédente publication: M. JAY, PH. LEBRETON & S. PONCET, Analyse factorielle et chimiotaxonomie: applications aux flavonoïdes des Saxifragacées. *Biométrie et praximétrie*, Bruxelles (sous presse).

Sous-famille des Mimosoïdées
- Tribu des Acaciées: *Acacia*.

Sous-famille des Caesalpinioïdées
- Tribu des Bauhiniées: *Cercis*.
- Tribu des Cassiées: *Ceratonia*.
- Tribu des Caesalpiniées: *Gleditsia*.

Sous-famille des Faboïdées
- Tribu des Sophorées: *Sophora*.
- Tribu des Podalyriées: *Thermopsis, Anagyris*.
- Tribu des Génistées
  - Crotalariinées: *Lotononis*.
  - Spartiinées: *Lupinus, Argyrolobium, Spartium, Petteria, Gonocytisus, Erinacea, Calicotome, Adenocarpus, Genista, Chamaespartium, Retama, Echinospartum, Podocytisus*.
  - Cytisinées: *Ulex, Stauracanthus, Cytisus, Chronanthus, Laburnum, Chamaecytisus, Teline, Lembotropis*.
- Tribu des Trifoliées: *Ononis, Trigonella, Medicago, Melilotus, Trifolium*.
- Tribu des Lotées: *Anthyllis, Lotus, Dorycnium, Hymenocarpos, Securigera, Tetragonolobus*.
- Tribu des Galégées
  - Psoraléinées: *Psoralea, Amorpha*.
  - Téphrosiinées: *Galega, Wistaria*.
  - Robiniinées: *Robinia*.
  - Colutéinées: *Colutea. Eremosparton*.
  - Astragalinées: *Halimodendron, Caragana, Astragalus, Oxytropis, Calophaca, Biserrula, Glycyrrhiza*.
- Tribu des Dalbergiées
- Tribu des Hédysarées
  - Coronillinées: *Coronilla, Hippocrepis, Hammatolobium, Scorpiurus, Ornithopus*.
  - Hédysarinées: *Onobrychis, Hedysarum, Ebenus, Eversmannia, Alhagi*.
  - Stylosanthinées: *Arachis*.
- Tribu des Viciées: *Cicer, Vicia, Lens, Lathyrus, Pisum*.
- Tribu des Phaséolées
  - Glycininées: *Glycine*.
  - Erythrininées: *Apios*.
  - Phaséolinées: *Vigna, Phaseolus*.

Tableau 1. – Famille des Légumineuses: genres européens, selon la classification de TAUBERT (301).

importance économique: industrie alimentaire, industrie pharmaceutique, industrie du bois...; quant à la seconde raison, dont nous comprendrons le bien-fondé dans quelques instants, elle réside dans l'extrême diversité de leur chimisme; en d'autres termes, grandes sont leurs possibilités biosynthétiques et par le fait même grande fut l'attirance du chercheur vers leurs représentants pour les études biogénétiques.

Les chercheurs européens ont d'ailleurs largement contribué avec les auteurs américains et australiens à la définition de ce chimisme: ANDERSON (5), BATE-SMITH (19), BELL (21 à 23), DONNELLY (82 à 86), FOWDEN (97), FOX (120), GMELIN (132, 133), HARBORNE (143 à 155), OLLIS (227 à 232) pour l'Ecole anglaise; HEGNAUER (162, 163), KOOIMAN (184) pour l'Ecole néerlandaise; HOERHAMMER (112, 164 à 166, 307) pour l'Ecole allemande; STEINEGGER (25, 290 à 292) pour l'Ecole suisse; ANTON et DUQUESNOIS (7 à 9, 98), BÉZANGER-BEAUQUESNE (27, 28), PARIS et FAUGERAS (114 à 117, 233 à 241), PLOUVIER (249 à 252) et le Laboratoire de phytochimie de l'Université de Lyon (55, 56, 190, 191) pour l'Ecole française. Leurs travaux concernent les acides aminés, les alcaloïdes, les terpènes, les polyols aliphatiques-cyclitols, les polyphénols... Nous retiendrons plus particulièrement ici le groupe des polyphénols, dont les Flavonoïdes sensu lato.

Argument "personnel".

Le troisième argument réside dans l'appartenance (ou l'étroite parenté) des Légumineuses à l'ordre des Rosales où elles voisinent avec les Rosacées, les Crassulacées et les Saxifragacées sensu lato. Ces deux dernières familles ayant fait l'objet d'études chimiques approfondies dans notre laboratoire (69, 170 à 175), il était donc intéressant d'aborder le chimisme polyphénolique des Légumineuses et par là de cerner d'un peu plus près le chimisme de l'ordre.

Profil polyphénolique des Légumineuses

Le profil polyphénolique des Légumineuses est récapitulé dans les tableaux 2, 3 et 4; de ces deux derniers tableaux, plusieurs remarques se dégagent relatives à l'originalité biochimique de la famille.

Squelettes hydrocarbonés

On rencontre chez les Légumineuses des structures banales, c'est-à-dire à très large répartition botanique telles que leucoanthocyanes, flavonols, flavones, anthocyanes; on rencontre aussi des structures un peu plus rares telles que chalcones, aurones, flavanones, flavanonols, catéchines; et surtout on trouve des structures de type isoflavonoïde: c'est dans cette voie que nous appelons "voie III" que réside l'originalité du squelette hydrocarboné des polyphénols des Légumineuses. Certes, les Légumineuses ne sont pas la seule famille du règne végétal à posséder de tels composés puisque des citations font état d'isoflavones chez les Moracées, les Amaranthacées, les Podocarpacées, les Iridacées, les Rosacées et les Composées (152); mais alors que dans ces dernières familles, il s'agit de composés d'exception, identifiés chez quelques rares espèces, chez les Légumineuses leur distribution est presque générale, et l'on peut dire qu'ils caractérisent et individualisent la famille.

Tableau 2. — Profil polyphénolique des Légumineuses [1].

Mimosoïdées-Ingées

Pithecolobium Mart. — Réf.: 19, 260.
Flol : quercétine, kaempférol; **LA :** leucofisétinidine, leucorobinétinidine, mélacacidine.

Albizzia Durazz. — Réf.: 19, 64, 139, 191, 253, 256, 261, 271.
Chal : okanine; **Flnone :** naringénine; **Flnonol :** dihydromélanoxétine, penta-CH_3 dihydromélanoxétine; **Flol :** myricétine, quercétine, kaempférol, mélanoxétine, tamarixétine; **LA :** leucodelphinidine, leucocyanidine, lebbécacidine.

Mimosoïdées-Acaciées

Acacia Willd. — Réf.: 19, 35, 59 à 65, 87, 89, 94, 96, 103, 109, 123, 142, 151 à 153, 179, 216, 262, 266 à 268, 285, 306, 320, 321.
Chal : butéine, okanine, robtéine; **Aur :** sulphurétine; **Flnone :** butine, naringénine, robtine, 7 8 4'-OH, 7 8 3' 4'-OH; **Flnonol :** dihydrorobinétine, fustine, 7 8 4'-OH, 7 8 3' 4'-OH; **Flol :** myricétine, quercétine, Me-4' myricétine, kaempférol, fisétine, 3 -OCH_3 fisétine, robinétine, gossypétine, rhamnétine, 7 8 4'-OH, 7 8 3' 4'-OH, 7 4'-OH; **LA :** leucocyanidine, leucodelphinidine, leucofisétinidine. leucorobinétinidine, mélacacidine, téracacidine...; **Cat :** fisétinidol, robinétinidol,

Mimosoïdées-Mimosées

Leucaena Benth. — Réf. 19, 223.
Flol : patulétine, quercétine, quercétagétine; **LA :** leucocyanidine.

Mimosoïdées-Adénanthérées

Prosopis L. — Réf. 279.
Flol : 7-OH 3 5 6 3' 4'-OCH_3, patulétine.

Mimosoïdées-Piptadéniées

Plathymenia Benth. — Réf.: 179.
Chal : néoplathyménine; **Flnone :** plathyménine.

Cyclicodiscus Harms — Réf.: 179, 284.
Chal : okanine; **Flnone :** isookanine.

Caesalpinioïdées-Dimorphandrées

Erythrophleum Afz. — Réf.: 141, 179.
Flnonol : dihydromyricétine; **Flone**: lutéoline.

Caesalpinioïdées-Cynométrées

Guibourtia J.J. Benn. — Réf.: 90, 91, 265.
LA : guibourtacacidine, leucofisétinidine.

Colophospermum Kirk — Réf.: 88, 92, 93, 95, 190.
Flol : fisétine; **LA :** leucofisétinidine, (mopanol).

---

[1] La classification adoptée ici est celle de TAUBERT (301).
Abbréviations: **Aur** = aurones, **Cat** = catéchines, **Chal** = chalcones, **Coumar** = coumarono-chromones, **Coumes** = coumestones, **Flnone** = flavanones, **Flnonol** = flavanonols, **Flone** = flavones, **Flol** = flavonol, **i.flane** = isoflavanes, **i.flnone** = isoflavanones, **i.flone** = isoflavones, **LA** = leucoanthocyanes, **Neofl** = néoflavanes, ϕ **coum** = phényl-3 hydroxy-4 coumarines, **Ptéro** = ptérocarpanes, **Rot** = roténoïdes.
Ne sont référencées ici que les principales publications parues au cours de la dernière décennie; les autres données chimiques, antérieures à 1960, proviennent d'ouvrages fondamentaux de GEISSMAN (58, 123, 136, 160, 228, 278, 284), HARBORNE (152), KARRER (179), MABRY (137, 230), MENTZER (216).

Tableau 2. — Profil polyphénolique des Légumineuses *(suite)*.

Caesalpinioïdées-Amherstiées

Saraca L. — Réf. : 19.
Flol : myricétine, quercétine, kaempférol ; **LA :** leucodelphinidine, leucocyanidine.

Peltogyne Vog. — Réf. : 179.
LA : (peltogynol).

Tamarindus L. — Réf. : 30, 31, 192.
Flone : vitexine, isovitexine, orientine, isoorientine.

Afzelia Sm. — Réf. : 76, 179, 284.
Flnonol : aromadendrine ; **Flol :** kaempférol ; **Cat :** fisétidinol, épiafzéléchine

Intsia Thouars — Réf. : 309.
Flol : myricétine, robinétine.

Caesalpinioïdées-Bauhiniées

Cercis L. — Réf. : 19, 179, 191.
Flol : myricétine, quercétine, kaempférol ; **LA :** leucodelphinidine, leucocyanidine.

Bauhinia L. — Réf. : 19, 179, 254, 255, 297.
Flol : quercétine, kaempférol ; **LA :** leucocyanidine.

Caesalpinioïdées-Cassiées

Apuleia Mart. — Réf. : 43, 44.
Flol : apuléine, 5-déméthyl-apuléine, oxyayanine *A*, 5-OCH_3 oxyayanine *A*.

Distemonanthus Benth. — Réf. : 179.
Flol : ayanine, oxyayanine *A*, oxyayanine *B* ; **LA :** (distémonanthine).

Cassia L. — Réf. : 1, 7, 8, 19, 35, 88, 98, 167, 179, 222, 237, 258.
Chal : butéine ; **Flone :** diosmétine, glycoflavones ; **Flol :** quercétine, isorhamnétine, kaempférol ; **LA :** leucopélargonidine, leucopaeonidine, leucofisétinidine, téracacidine, margicassidine.

Caesalpinioïdées-Caesalpiniées

Gleditsia L. — Réf. 19, 58, 136, 179, 191, 284, 308.
Flnonol : fustine ; **Flone :** lutéoline, (acrammérine) ; **Flol :** quercétine, kaempférol, fisétine, robinétine ; **i.flone :** (olméline) ; **LA :** leucocyanidine, leucofisétinidine.

Gymnocladus Lam. — Réf. : 19.
Flol : quercétine, kaempférol ; **LA :** absentes.

Parkinsonia L. — Réf. : 32, 34.
Flone : orientine, parkinsonine *A*, parkinsonine *B*.

Haematoxylon L. — Réf. : 13.
Flol : myricétine.

Poinciana L. — Réf. : 19.
Flol : isorhamnétine ; **LA :** leucocyanidine.

Caesalpinia L. — Réf. 19, 88, 179, 190, 234, 235.
Flone : lutéoline ; **Flol :** myricétine, quercétine, kaempférol ; **i.flone :** santal ; **LA :** leucodelphinidine, leucocyanidine, leucofisétinidine.

Caesalpinioïdées-Tounatées

Swartzia Schreb. — Réf. : 27, 158, 159, 230.
Flol : kaempférol ; **Ptéro :** ptérocarpine, homoptérocarpine, maackiaine, anhydrovariabiline...

Tableau 2. — Profil polyphénolique des Légumineuses *(suite)*.

Faboïdées-Sophorées

Myrocarpus Allem. — Réf.: 228.
i.flone : afrormosine, cabreuvine.

Myroxylon L. fil. — Réf.: 152, 228.
i.flone : afrormosine, cabreuvine.

Ferreirea Allem. — Réf.: 228.
Flnone : naringénine; **i.flnone :** ferreirine, homoferreirine; **i.flone :** biochanine *A*.

Castanospermum A. Cunn. — Réf.: 100 à 102.
Flone : bayine; **i.flone :** afrormosine, formononétine.

Sophora L. — Réf.: 12 à 14, 19, 49, 111, 113, 152, 196, 228, 248, 251, 283, 299.
Flone : lutéoline, diosmétine; **Flol :** quercétine, kaempférol; **i.flnone :** sophorol; **i.flone :** génistéine; **Ptéro :** ptérocarpine, maackiaine.

Maackia Rupr. & Maxim. — Réf.: 210, 228, 298.
i.flnone : sophorol; **i.flone :** pseudobaptigénine; **Ptéro :** maackiaine.

Cladrastis Rafin. — Réf.: 19.
Flol : quercétine, kaempférol; **LA :** leucocyanidine.

Baphia Afzel. — Réf.: 46, 228, 230.
i.flone : santal; **Ptéro :** ptérocarpine, homoptérocarpine.

Afrormosia Harms — Réf. 214.
i.flone : afrormosine.

Amphimas D. T. & Harms — Réf.: 26.
i.flone : afrormosine.

Faboïdées-Podalyriées

Piptanthus D. Don — Réf.: 152, 154.
i.flone : formononétine.

Thermopsis R. Br. — Réf.: 19, 24, 152.
Flol : absents; **i.flone :** formononétine; **LA :** absentes.

Baptisia Vent. — Réf.: 4, 47, 48, 112, 190, 204, 210, 228, 263, 264.
Flnone : naringénine, ériodictyol; **Flnonol :** 7 4' -OH, fustine; **Flone :** lutéoline, apigénine, 7 4'-OH, 7 3'4'-OH; **Flol :** quercétine, kaempférol, fisétine, 7 4'-OH; **i.flone :** afrormosine, baptigénine, biochanine *A*, calycosine, daidzéine, formononétine, génistéine, 6 -OH génistéine, orobol, pseudobaptigénine, tectorigénine; **Ptéro :** maackiaine.

Pickeringia Nutt. — Réf.: 152, 154.
i.flone : formononétine.

Daviesia Sm.
Phyllota DC.
Pultenea Sm.
Brachysema R. Br.
Réf.: 154. — **i.flone :** absentes.

Faboïdées-Trifoliées

Ononis L. — Réf.: 19, 75, 124, 154, 191, 252, 302.
Flol : quercétine, kaempférol; **i.flone :** formononétine; **Ptéro :** maackiaine; **LA :** absentes.

Trigonella L. — Réf.: 286.
Flol : quercétine, kaempférol; **Coumes :** coumestrol.

Tableau 2. — Profil polyphénolique des Légumineuses *(suite)*.

Medicago L. — Réf. : 36 à 38, 136, 138, 149, 153 à 155, 191, 193, 195, 203, 228, 286 à 288.
Flone : chrysoériol, tricine, 7 4'-OH, 7 3'4'-OH ; **Flol :** quercétine, kaempférol, gossypétine, 7 -OCH_3 gossypétine; **i.flone :** absentes; **Coumes :** coumestrol... ; **LA :** absentes.

Melilotus Juss. — Réf. : 19, 191, 249, 286.
Flol : quercétine, kaempférol ; **Coumes :** coumestrol ; **LA :** absentes.

Trifolium L. — Réf. : 36, 45, 75, 119, 122, 128, 129, 152, 154, 193, 194, 203, 228, 274, 310 à 313, 316.
Chal : isoliquiritigénine, homobutéine ; **Flnone :** liquiritigénine ; **Flone :** lutéoline, géraldone, 7 4'-OH, 7 3'4'-OH ; **Flol :** myricétine, quercétine, kaempférol, isorhamnétine, fisétine, géraldol, 7 4'-OH ; **i.flone :** biochanine *A*, formononétine, génistéine, pratenséine ; **Coumes :** coumestrol, trifoliol ; **Ptéro :** maackiaine.

Faboïdées-Lotées

Anthyllis L. — Réf. : 185, 191.
Flol : quercétine, kaempférol, isorhamnétine ; **LA :** leucodelphinidine, leucocyanidine.

Lotus L. — Réf. : 19, 148, 149, 152, 153, 156, 157, 191, 286.
Flone : apigénine ; **Flol :** quercétine, kaempférol, gossypétine, 7-OCH_3 gossypétine ; **Coumes :** absentes ; **LA :** leucodelphinidine, leucocyanidine.

Bonjeania Reichenb. — Ref. : 191.
Flol : quercétine, kaempférol ; **LA :** leucodelphinidine, leucocyanidine.

Dorycnium Vill. — Réf. : 13.
Flol : myricétine.

Faboïdées-Galégées-Indigoférinées

Indigofera L. — Réf. : 148, 152.
Flol : kaempférol.

Faboïdées-Galégées-Psoraléinées

Psoralea L. — Réf. 19, 29, 225.
Chal : bavachalcone, isobavachalcone ; **Flnone :** bavachine, isobavachine, bavachinine ; **Flone :** 14 glycoflavones ; **Flol :** myricétine, quercétine ; **i.flone :** daidzéine ; **LA :** leucodelphinidine.

Amorpha L. — Réf. : 57, 71, 152, 191.
Flone : apigénine ; **Flol :** quercétine, kaempférol ; **Rot :** amorphine ; **LA :** leucodelphinidine, leucocyanidine.

Faboïdées-Galégées-Téphrosiinées

Galega L. — Réf. : 19, 152, 187, 191, 212, 280.
Flone : lutéoline ; **Flol :** quercétine, kaempférol, isorhamnétine, galétine ; **LA :** absentes.

Tephrosia Pers. — Réf. : 179, 228, 270, 307.
Flone : lancéolatine *B* ; **Flol :** quercétine, vogélétine ; **i.flone :** Maxima isoflavones *A*, *B*, *C* ; **Rot :** déguéline, roténone, sumatrol, téphrosine, toxicarol...

Mundulea DC. — Réf. : 41, 51, 53, 111, 179, 227, 228.
Flol : séricétine ; **i.flone :** mundulone, munétone ; **Rot :** roténone...

Millettia Wight & Arn. — Réf. : 161, 179, 232.
Flol : fisétine, robinétine, 7 4'-OH ; **i.flone :** présentes ; **Rot :** roténone, téphrosine..

Tableau 2. — Profil polyphénolique des Légumineuses *(suite)*.

Wistaria Nutt. — Réf.: 19, 282.
Flone : lutéoline, apigénine; **Flol :** quercétine; **i.flone :** afrormosine; **LA :** leucocyanidine.

Faboïdées-Galégées-Robiniinées

Robinia L. — Réf.: 19, 89, 123, 136, 152, 161, 186, 206, 268, 284.
Chal : isoliquiritigénine, robtéine, butéine; **Flnone :** robtine, butine; **Flnonol :** dihydrorobinétine, fustine; **Flone :** acacétine, apigénine; **Flol :** myricétine, quercétine, kaempférol, fisétine, robinétine, 7 4'-OH; **LA :** leucodelphinidine, leucocyanidine, leucofisétinidine, leucorobinétinidine; **Cat :** robinétinidol, fisétinidol.

Gliciridia H.B.K. — Réf.: 152, 257.
Flol : kaempférol.

Faboïdées-Galégées-Colutéinées

Colutea L. — Réf. 191.
Flol : quercétine, kaempférol; **LA :** absentes.

Clianthus Banks & Sol. — Réf.: 19.
Flol : absents; **LA :** absentes.

Faboïdées-Galégées-Astragalinées

Halimodendron Fisch. — Réf.: 19.
Flol : quercétine, kaempférol; **LA :** absentes.

Caragana Lam. — Réf.: 19, 191.
Flol : quercétine, kaempférol; **LA :** absentes.

Astragalus L. — Réf.: 77 à 81, 152, 160, 224.
Flone : présentes; **Flol :** myricétine, quercétine, kaempférol, isorhamnétine, tamarixétine; **i.flone :** présentes.

Glycyrrhiza L. — Réf.: 19, 152, 191, 196 à 202, 284.
Chal : isoliquiritigénine; **Flnone :** liquiritigénine; **Flone :** vitexine; **Flol :** quercétine.

Faboïdées-Hédysarées-Coronillinées

Coronilla L. — Réf.: 40, 149, 153, 191.
Flol : quercétine, kaempférol, gossypétine; **LA :** leucodelphinidine, leucocyanidine.

Hippocrepis L. — Réf.: 19, 191.
Flol : quercétine, kaempférol; **LA :** absentes.

Faboïdées-Hédysarées-Hédysarinées

Hedysarum L. — Réf.: 19, 52, 130, 131, 154, 191.
Flol : myricétine, quercétine, kaempférol; **i.flone :** absentes; **LA :** leucodelphinidine, leucocyanidine; (xanthone: mangiférine).

Onobrychis Gaertn. — Réf.: 154, 191, 218.
Flol : quercétine, kaempférol; **i.flone :** absentes; **LA :** leucocyanidine.

Faboïdées-Hédysarées-Aeschynoméninées

Amicia H.B.K. — Réf.: 19.
Flol : absents; **LA :** absentes.

Faboïdées-Hédysarées-Stylosanthinées

Arachis L. — Réf.: 19, 276.
Flone : vitexine, isovitexine; **Flol :** absents; **LA :** leucodelphinidine, leucocyanidine.

Faboïdées-Hédysarées-Desmodiinées

Ougeinia Benth. — Réf.: 3, 154.
Flol : quercétine, kaempférol; **i.flnone :** ougénine, dalbergioidine; **LA :** leucopélargonidine.

Tableau 2. — Profil polyphénolique des Légumineuses *(suite)*.

Desmodium Desv. — Réf. : 154.
i.flone : absentes.

Lespedeza Michx. — Réf. : 121, 148, 152, 160, 233, 236, 319.
Flnone : ériodictyol ; **Flone :** isoorientine ; **Flol :** kaempférol.

Microlespedeza Maxim. — Réf. : 152.
Flone : lutéoline.

Faboïdées-Dalbergiées-Ptérocarpinées

Dalbergia L. fil. — Réf. : 2, 11, 15, 17, 33, 74, 82 à 86, 107, 108, 135, 205, 208, 209, 229 à 231, 259, 289.
i.flnone : violanone ; **i.flone :** biochanine *A*, caviunine, formononétine, pseudobaptigénine, tectorigénine, 7-OCH_3 tectorigénine, 7 4'-OCH_3 tectorigénine ; **Ptéro :** maackiaine, variabiline, déméthylhomoptérocarpine... ; **Néofl :** dalbergines, dalbergiones, dalbergiquinols.

Machaerium Pers. — Réf. : 13, 106, 108, 226, 230.
Flnone : butine ; **i.flone :** daidzéine, formononétine, 7 3'4'-OH, 4'-OH 7 -OCH_3, 7 4'-OH 3'-OCH_3 ; **Ptéro :** homoptérocarpine, déméthylhomoptérocarpine ; **Néofl :** dalbergines, dalbergiones, dalbergiquinols, néoflavènes ; **i.flane :** vestitol, duartine, mucronulatol.

Pterocarpus L. — Réf. : 26, 70, 152, 179, 228, 230.
Chal : isoliquiritigénine ; **Flnone :** liquiritigénine ; **i.flone :** afrormosine muningine, prunétine, pseudobaptigénine, santal, (angolensine) ; **Ptéro :** ptérocarpine, homoptérocarpine...

Faboïdées-Dalbergiées-Lonchocarpinées

Lonchocarpus H.B.K. — Réf. : 179.
i.flone : présentes ; **Rot :** roténone, déguéline, téphrosine...

Piscidia L. — Réf. : 99, 110, 111, 179, 230, 275.
i.flone : ichthynone, jamaicine, piscérythrone, piscidone ; **Coumar :** lisétine ; **Rot :** roténone, sumatrol, millettone, isomillettone...

Pongamia Vent. — Réf. : 6, 89, 136, 152, 179, 180, 220, 278.
Flone : pinnatine ; **Flol :** kanugine, 5' -déméthoxykanugine, karanjine, kaempférol, 3 7 3'4' -OCH_3 fisétine, pongapine.

Derris Lour. — Réf. : 19, 169, 177 à 179, 228, 230, 244.
i.flone : toxicarol isoflavone ; 5 7 -OCH_3, 3'4'-méthylènedioxy ; 5 7 -OH, 6 -isoprényl, 3'4'-méthylènedioxy ; 5 -OCH_3, g32 -pyrano, 3'4'-méthylènedioxy ; 5 -OH, g32 - pyrano, 3'4'-méthylènedioxy ; warangalone, chandalone ; φ **coum :** ac. robustique, ac. méthylrobustique, ac. méthylènedioxyrobustique, ac. méthyl-méthylènedioxyrobustique, scandénine, ac. lonchocarpique, ac. 4' méthyllonchocarpique ; **Rot :** roténone, elliptone, malaccol, déguéline, toxicarol, téphrosine, sumatrol... ; **LA :** leucocyanidine.

Faboïdées-Dalbergiées-Geoffraeinées

Andira Lam. — Réf. : 66 à 68.
Rot : présents ; **Ptéro :** maackiaine, déméthylhomoptérocarpine.

Faboïdées-Viciées

Cicer L. — Réf. : 314, 317, 318, 322.
Chal : isoliquiritigénine ; **Flnone :** liquiritigénine ; **Flnonol :** garbanzol ; **Flol :** 7 4'-OH ; **i.flone :** biochanine *A*, daidzéine, formononétine, pratenséine ; **Coumes :** médicagol, 12-OCH_3 coumestrol.

Tableau 2. — Profil polyphénolique des Légumineuses *(fin)*.

Vicia L. — Réf.: 19, 28, 152, 154, 156, 191.
Flone : apigénine; **Flol :** quercétine, kaempférol; **i.flone :** absentes ; **LA :** absentes.

Lens Mill. — Réf.: 152.
Flone : apigénine.

Lathyrus L. — Réf. 19, 50, 143, 146, 148, 149, 154, 156, 188, 191, 207, 228, 242, 258.
Flone : lutéoline, tricétine; **Flol :** myricétine, quercétine, kaempférol, isorhamnétine, 3'5'-OCH_3 myricétine; **i.flone :** absentes sauf chez une ou deux espèces; **LA :** absentes sauf chez une espèce.

Pisum L. — Réf.: 42, 125 à 127, 147, 156, 221, 246, 247, 269.
Flol : quercétine, kaempférol; **i.flone :** absentes; **Ptéro :** pisatine.

Faboïdées-Phaséolées-Glycininées

Glycine L. — Réf.: 140, 228, 315.
Chal : isoliquiritigénine; **Aur :** hispidol; **i.flone :** afrormosine, daidzéine, génistéine, 6 7 4'-OH; **Coumes :** coumestrol, sojagol.

Hardenbergia Benth. — Réf.: 19.
Flol : quercétine; **LA :** leucodelphinidine, leucocyanidine.

Faboïdées-Phaséolées-Erythrininées

Erythrina L. — Réf.: 19.
Flol : absents; **LA :** absentes.

Butea Roxb. — Réf.: 58, 136, 152, 284.
Chal : butéine; **Aur :** sulphurétine; **Flnone :** butine; **Flol :** fisétine, robinétine, 7 4'-OH; **LA :** leucocyanidine.

Faboïdées-Phaséolées-Galactiinées

Spatholobus Hassk. — Réf.: 152.
i.flone : présentes.

Faboïdées-Phaséolées-Diocléinées

Pueraria DC. — Réf.: 148, 152, 281.
Flol : kaempférol; **i.flone :** puérarine.

Faboïdées-Phaséolées-Cajaninées

Rhynchosia Lour. — Réf.: 19.
Flol : absents; **LA :** leucodelphinidine, leucocyanidine.

Faboïdées-Phaséolées-Phaséolinées

Phaseolus L. — Réf.: 19, 118, 148, 152, 156, 245.
Flone : apigénine, lutéoline; **Flol :** myricétine, quercétine, kaempférol; **i.flone :** présentes; **Coumes :** présentes; **Ptéro :** phaséoline; **LA :** leucopélargonidine.

Vigna Savi — Réf.: 152.
Flol : kaempférol.

Pachyrrhizus Rich. ex DC. — Réf.: 73, 179, 228.
i.flnone : néoténone...; φ **coum :** pachyrrhizine; **Coumes :** érosnine; **Rot :** roténone, pachyrrhizone, dolinéone.

Neorautanenia Schinz — Réf.: 72, 73, 305.
i.flnone : néoténone, népseudine; φ **coum :** pachyrrhizine; **Rot :** dolinéone; **Ptéro :** éduline.

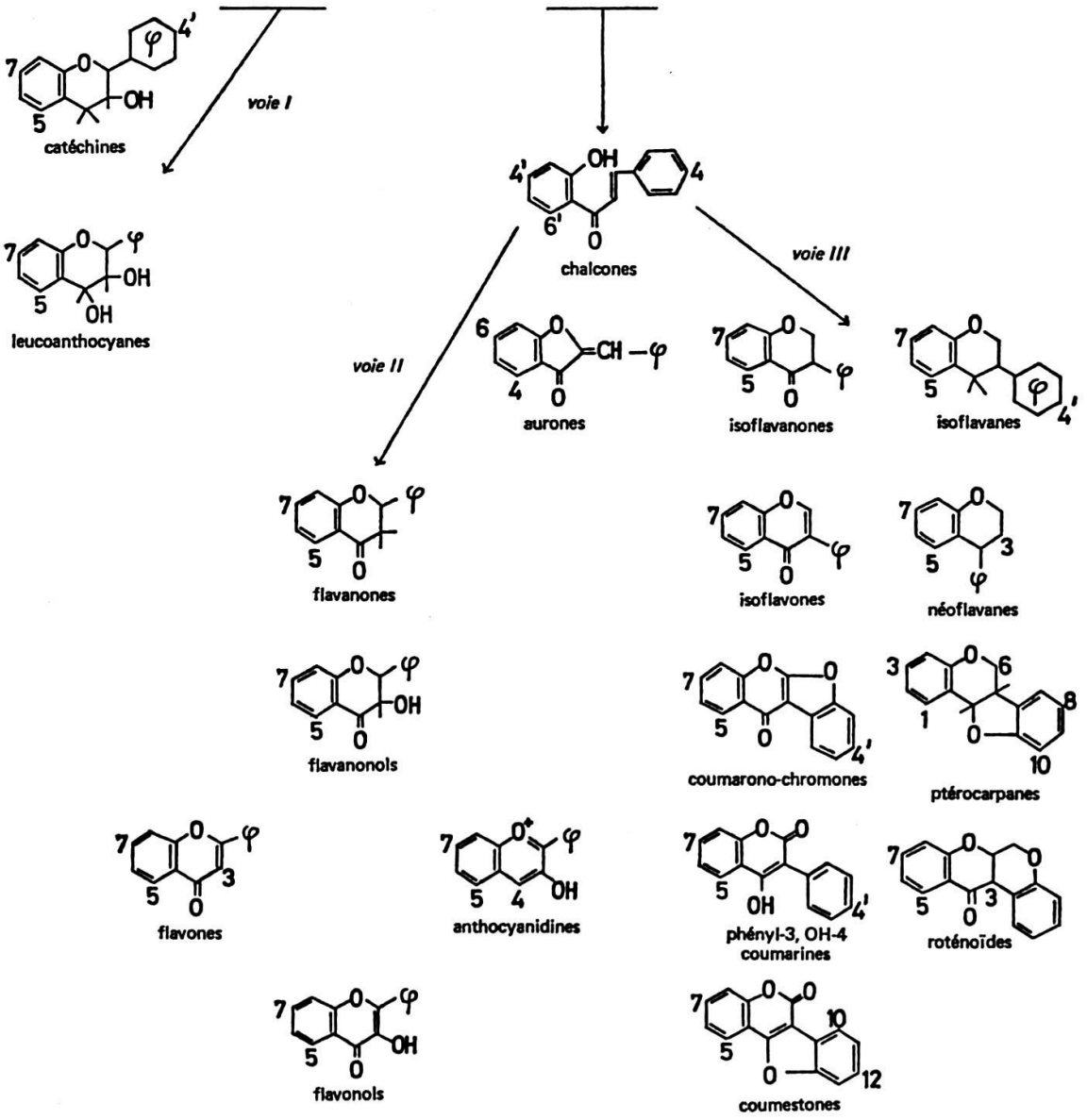


Tableau 3. — Principales structures polyphénoliques rencontrées chez les Légumineuses.

Substituants

Les Légumineuses montrent des substitutions très banales: 5 7 3' 4' 5'-pentaOH, 5 7 3' 4'-tétraOH, 5 7 4'-triOH, que l'on retrouve chez:

— leucoanthocyanes: leucodelphinidine, leucocyanidine, leucopélargonidine;
— flavonols: myricétine, quercétine, kaempférol;
— flavones: tricétine, lutéoline, apigénine;
— flavanones: eriodictyol, naringénine;
— isoflavones: orobol, génistéine.

Tableau 4. — Principaux composés polyphénoliques identifiés chez les Légumineuses.

Chalcones

Aspalathine	: 2'4'6'3 4-pentaOH, 5'-*C*-glucose dihydrochalcone
Bavachalcone	: 6'4-diOH, 4'-OCH_3, 3'-isoprényl
Isobavachalcone	: 6'4-diOH, 4'-OCH_3, 5'-isoprényl
Butéine	: 2'4'3 4-tétraOH
Isoliquiritigénine	: 2'4'4-triOH
Néoplathyménine	: 2'4'5'3 4-pentaOH
Okanine	: 2'3'4'3 4-pentaOH
Robtéine	: 2'4'3 4 5-pentaOH

Aurones

Hispidol	: 6 4'-diOH
Sulphurétine	: 6 3'4'-triOH

Flavanones

Bavachine	: 7 4'-diOH, 6-isoprényl
Isobavachine	: 7 4'-diOH, 8-isoprényl
Bavachinine	: 4'-OH, 7-OCH_3, 6-isoprényl
Butine	: 7 3'4'-triOH
Eriodictyol	: 5 7 3'4'-tétraOH
Isookanine	: 7 8 3'4'-tétraOH
Liquiritigénine	: 7 4'-diOH
Naringénine	: 5 7 4'-triOH
Pinocembrine	: 5 7-diOH
Robtine	: 7 3'4'5'-tétraOH
	: 7 8 4'-triOH

Flavanonols

Aromadendrine	: 5 7 4'-triOH
Dihydromélanoxétine	: 7 8 3'4'-tétraOH
Dihydromyricétine	: 5 7 3'4'5'-pentaOH
Dihydrorobinétine	: 7 3'4'5'-tétraOH
Fustine	: 7 3'4'-triOH
Garbanzol	: 7 4'-diOH
	: 7 8 4'-triOH

Flavones

Acacétine	: 5 7-diOH, 4'-OCH_3
Acrammérine	: structure incertaine
Apigénine	: 5 7 4'-triOH
Bayine	: 7 4'-diOH, 8-*C*-glucose
Chrysoériol	: 5 7 4'-triOH, 3'-OCH_3
Cytisoside	: acacétine 8-*C*-glucose
Diosmétine	: 5 7 3'-triOH, 4'-OCH_3
Géraldone	: 7 4'-diOH, 3'OCH_3
Lancéolatine *B*	: h 2 3-furano
Lutéoline	: 5 7 3'4'-tétraOH
Orientine	: lutéoline 8-*C*- glucose
Isoorientine	: lutéoline 6-*C*-glucose
Parkinsonine A	: 7 3'4'-triOH, 5-OCH_3, 8-*C*-glucose
Parkinsonine B	: 3'4'-diOH, 5 7-diOCH_3, 8-*C*-glucose

Tableau 4. — Principaux composés polyphénoliques identifiés chez les Légumineuses *(suite).*

Pinnatine	: 5-OCH_3, g 3 2-furano, 3'4'-méthylènedioxy
Scoparine	: chrysoériol 8-*C*-glucose
Tricétine	: 5 7 3'4'5'-pentaOH
Tricine	: 5 7 4'-triOH, 3'5'-diOCH_3
Vitexine	: apigénine 8-*C*-glucose
Isovitexine	: apigénine 6-*C*-glucose
	: 7 3'4'-triOH
	: 7 4'-diOH

Flavonols

Fisétine	: 7 3'4'-triOH
Galétine	: 5 6 7 4'-tétraOH
Géraldol	: 7 4'-diOH, 3'-OCH_3
Gossypétine	: 5 7 8 3'4'-pentaOH
Isorhamnétine	: 5 7 4'-triOH, 3'OCH_3
Kaempférol	: 5 7 4'-triOH
Mélanoxétine	: 7 8 3'4'-tétraOH
Myricétine	: 5 7 3'4'5'-pentaOH
Patulétine	: 5 7 3'4'-tétraOH, 6-OCH_3
Quercétagétine	: 5 6 7 3'4'-pentaOH
Quercétine	: 5 7 3'4'-tétraOH
Rhamnétine	: 5 3'4'-triOH, 7-OCH_3
Robinétine	: 7 3'4'5'-tétraOH
Séricétine	: 5-OH, g 3 2-pyrano, 8-isoprényl
Syringétine	: 5 7 4'-triOH, 3'5'-diOCH_3
Tamarixétine	: 5 7 3'-triOH, 4'-OCH_3
Vogélétine	: 6 7 4'-triOH, 5-OCH_3
	: 7 4'-diOH
	: 7 8 4'-triOH
	: 7 8 3'4'-tétraOH

Méthyl-3 flavonols

Apuléine	: 2'5'-diOH, 5 6 7 4'-tétraOCH_3
Ayanine	: 5 3'-diOH, 7 4'-diOCH_3
Kanugine	: 7 5'-diOCH_3, 3'4'-méthylènedioxy
Karanjine	: h 2 3-furano
Oxyayanine *A*	: 5 2'5'-triOH, 7 4'-diOCH_3
Oxyayanine *B*	: 5 6 3'-triOH, 7 4'-diOCH_3
Pongapine	: h 2 3-furano, 3'4'-méthylènedioxy
	: 7-OH, 5 6 3'4'-tétraOCH_3
	: 7-OCH_3, 3'4'-méthylènedioxy

Isoflavanones

Dalbergioïdine	: 5 7 2'4'-tétraOH
Ferreirine	: 5 7 2'-triOH, 4'-OCH_3
Homoferreirine	: 5 7-diOH, 2'4'-diOCH_3
Néoténone	: 2'-OCH_3, g 3 2-furano, 4'5'-méthylènedioxy
Nepseudine	: 2'4'5-triOCH_3, g 3 2-furano
Ougénine	: 5 2'4'-triOH, 7-OCH_3, 6-C-CH_3
Sophorol	: 7 2'-diOH, 4'5'-méthylènedioxy
Violanone	: 7 3'-diOH, 2'4'-diOCH_3

Tableau 4. — Principaux composés polyphénoliques identifiés chez les Légumineuses *(suite)*.

Isoflavones

Afrormosine	: 7-OH, 6 4'-diOCH_3
Baptigénine	: 7 3'4'5'-tétraOH
Biochanine *A*	: 5 7-diOH, 4'-OCH_3
Cabreuvine	: 7 3'4'-triOCH_3
Calycosine	: 7 3'-diOH, 4'-OCH_3
Caviunine	: 5 7-diOH, 6 2'4'5'-tétraOCH_3
Chandalone	: 5 4'-diOH, 3'-isoprényl, g 3 2-pyrano
Daidzéine	: 7 4'-diOH
Formononétine	: 7-OH, 4'-OCH_3
Génistéine	: 5 7 4'-triOH
Me-5-génistéine	: 7 4'-diOH, 5-OCH_3
Ichthynone	: 6 2'-diOCH_3, 4'5'-méthylènedioxy, h 2 3-pyrano
Jamaicine	: 2'-OCH_3, 4'5'-méthylènedioxy, h 2 3-pyrano
Maxi. isoflav. *A*	: 6 7, 4'5'-diméthylènedioxy
Maxi. isoflav. *B*	: 7-O-isoprényl, 4'5'-méthylènedioxy
Maxi. isoflav. *C*	: 7-O-isoprényl, 2'-OCH_3, 4'5'-méthylènedioxy
Mundulone	: 2'-OCH_3, c' 3 2, g 3 2-dipyrano
Munétone	: 2'-OCH_3, h 2 3-furano
Muningine	: 6 4'-diOH, 5 7-diOCH_3
Olméline	: structure incertaine
Orobol	: 5 7 3'4'-tétraOH
Piscérythrone	: 5 7 2'4'-tétraOH, 5'-OCH_3, 3'-isoprényl
Piscidone	: 5 7 4'5'-tétraOH, 2'-OCH_3, 6'-isoprényl
Pratenséine	: 5 7 3'-triOH, 4'-OCH_3
Prunétine	: 5 4'-diOH, 7-OCH_3
Pseudobaptigénine	: 7-OH, 3'4'-méthylènedioxy
Puérarine	: daidzéine 8-*C*-glucose
Santal	: 5 3'4'-triOH, 7-OCH_3
Tectorigénine	: 5 7 4'-triOH, 6-OCH_3
Toxicarol-isofl.	: 5-OH, 2'4'5'-triOCH_3, h 2 3-pyrano
Warangalone	: 5 4'-diOH, g 3 2-pyrano, 8-isoprényl
	: 7 3'4'-triOH
	: 4'-OH, 7-OCH_3
	: 7 4'-diOH, 3'-OCH_3
	: 6 7 4'-triOH
	: 5 7-diOCH_3, 3'4'-méthylènedioxy
	: 5 7-diOH, 6-isoprényl, 3'4'-méthylènedioxy
	: 5-OH, 3'4'-méthylènedioxy, g 3 2-pyrano
	: 5-OCH_3, 3'4'-méthylènedioxy, g 3 2-pyrano

Coumarono-chromone

Lisétine	: 5 7 4'-triOH, 5'OCH_3, 3'-isoprényl.

Phényl-3, coumarines

Ac. lonchocarpique	: 5-OCH_3, 4 4'-diOH, g 3 2-pyrano, 8-isoprényl
Pachyrrhizine	: 2'-OCH_3, 4'5'-méthylènedioxy, g 3 2-furano
Scandénine	: 5-OCH_3, 4 4'-diOH, h 2 3-pyrano, 6-isoprényl
Ac. robustique	: 4-OH, 5 4'-diOCH_3, g 3 2-pyrano
	: 4 5 4'-triOCH_3, g 3 2-pyrano
	: 4-OH, 5-OCH_3, 3'4'-méthylènedioxy, g 3 2-pyrano

Tableau 4. — Principaux composés polyphénoliques identifiés chez les Légumineuses *(suite)*.

: 4 5-diOCH_3, 3'4'-méthylènedioxy, g 3 2-pyrano
: 4 5 7-triOCH_3, 3'4'-méthylènedioxy

Coumestones

Coumestrol	: 7 12-diOH
Erosnine	: g 3 2-furano, 11 12-méthylènedioxy
Médicagol	: 7-OH, 11 12-méthylènedioxy
Sojagol	: 7-OH, 12 13-pyrano
Trifoliol	: 7 10-diOH, 12-OCH_3

Roténoïdes

Pyrano-roténoïdes
- Déguéline
- Téphrosine: 3-OH déguéline
- Toxicarol: 5-OH déguéline

Pyrano-méthylènedioxy-roténoïdes
- Millettone

Furano-roténoïdes
- Roténone
- Sumatrol: 5-OH roténone
- Amorphine: gluco-arabinosyl-roténone
- Elliptone
- Malaccol: 5-OH elliptone

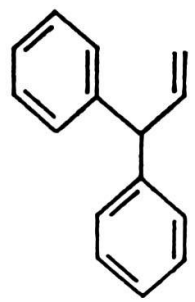
Furano-méthylènedioxy-roténoïdes
- Dolinéone
- Pachyrrhizone: 8-OCH_3 dolinéone
- Isomillettone

Ptérocarpanes

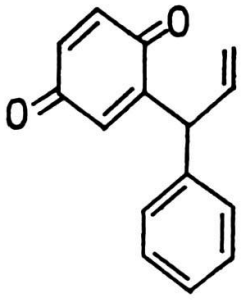
Déméthylhomoptérocarpine	: 3-OH, 9-OCH_3
Eduline	: b 3 2-furano, 8 9-méthylènedioxy
Homoptérocarpine	: 3 9-diOCH_3
Maackiaine	: 3-OH, 8 9-méthylènedioxy
Phaséoline	: 3-OH, i 2 3-pyrano
Pisatine	: 3-OCH_3, 6a-OH, 8 9-méthylènedioxy
Ptérocarpine	: 3-OCH_3, 8 9-méthylènedioxy
Variabiline	: 3 9-diOCH_3, 6a-OH

Néoflavanes

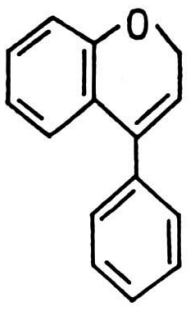
Dalbergiquinols



Dalbergiones



Néoflavènes



Dalbergines

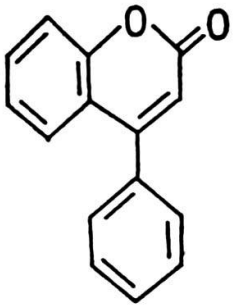


Tableau 4. — Principaux composés polyphénoliques identifiés chez les Légumineuses *(fin)*.

Isoflavanes

Duartine	: 7 3'-diOH, 8 2'4'-triOCH_3
Mucronulatol	: 7 3'-diOH, 2'4'diOCH_3
Vestitol	: 7 2'-diOH, 4'-OCH_3

Leucoanthocyanes

Guibourtacacidine	: 7 4'-diOH
Lebbécacidine	: 8 3'4'-triOH
Leucocyanidine	: 5 7 3'4'-tétraOH
Leucodelphinidine	: 5 7 3'4'5'-pentaOH
Leucofisétinidine	: 7 3'4'-triOH
Leucopaeonidine	: 5 7 4'-triOH, 3'OCH_3
Leucopélargonidine	: 5 7 4'-triOH
Leucorobinétinidine	: 7 3'4'5'-tétraOH
Margicassidine	: 5 7 4'-triOH, 6-éthylpropényle
Mélacacidine	: 7 8 3'4'-tétraOH
Téracacidine	: 7 8 4'-triOH

Anthocyanidines

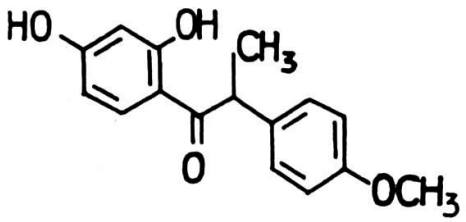
Cyanidine	: 5 7 3'4'-tétraOH
Delphinidine	: 5 7 3'4'5'-pentaOH
Malvidine	: 5 7 4'-triOH, 3'5'-diOCH_3
Paeonidine	: 5 7 4'-triOH, 3'-OCH_3
Pélargonidine	: 5 7 4'-triOH
Pétunidine	: 5 7 4'5'-tétraOH, 3'-OCH_3

Catéchines

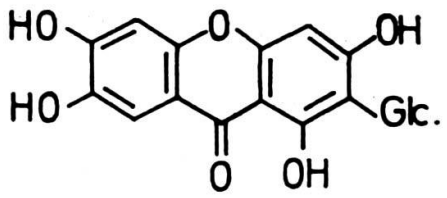
Epiafzéléchine	: 5 7 4'-triOH
Fisétinidol	: 7 3'4'-triOH
Robinétinidol	: 7 3'4'5'-tétraOH

Autres

Angolensine



Mangiférine



Mais à côté de ces substitutions banales, on rencontre chez les Légumineuses deux types de substitutions caractéristiques: la 5-désoxysubstitution qui se matérialise par la perte de l'hydroxyle en *C5* (ou par sa méthylation), et la 2'-substitution.

Les 5-désoxyflavonoïdes.

Le tableau 4 souligne leur présence dans la plupart des classes de flavonoïdes, des flavanones (liquiritigénine, butine, robtine...) aux catéchines (fisétidinol, robinétidinol), en passant par les flavanonols (fustine, garbanzol...), flavones (parkinsonines, 7 3'4'-triOH...), flavonols (fisétine, robinétine...), isoflavones (daidzéine, baptigénine, méthyl-5-génistéine...), leucoanthocyanes (leucofisétinidine, guibourtacacidine...), etc.

Les flavonoïdes 2'-substitués.

Ce mode de substitution revêt au sein de la famille une importance capitale; en effet, depuis les travaux de OLLIS et de ses collaborateurs (230) sur diverses Phaséolées et Dalbergiées, une voie biogénétique très importante, qui demande encore vérification, a été proposée: partant des hydroxy-2' isoflavones, cette voie conduirait aux coumestones via les coumaronochromones et les phényl-3 hydroxy-4 coumarines; OLLIS (230) et GRISEBACH (137) pensent que roténoïdes et ptérocarpanes seraient issus d'un processus semblable. Autrement dit, c'est la substitution sur le *C2'* des isoflavones ou des isoflavanones qui expliquerait la diversité isoflavonique caractéristique des Légumineuses.

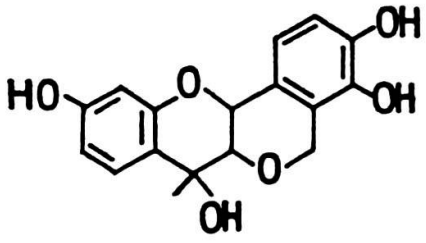
Dans le domaine des isoflavonoïdes, outre les composés déjà cités, cette 2'-substitution est générale pour les isoflavanones rencontrées chez les Légumineuses: sophorol, ferreirine, ougénine... Il en est de même pour les isoflavanes: duartine, mucronulatol, vestitol. Huit isoflavones sont substituées en 2' dont jamaïcine, caviunine, munétone...

En dehors de cette voie des isoflavonoïdes, on retrouve la 2'-substitution chez les flavonols: oxyayanine *A*, apuléine, et chez les leucoanthocyanes; mais dans ce dernier cas, elle revêt une forme particulière: on a en effet isolé de *Peltogyne*, *Colophospermum* et *Distemonanthus*, trois Caesalpinioïdées, les composés peltogynol, mopanol et distémonanthine respectivement. Or, si l'on observe (tabl. 5) attentivement la structure du mopanol, on a tout lieu de penser qu'il dérive d'une leucofisétinidine sur laquelle une unité en *C1* aurait relié les positions 3 et 2'. Le peltogynol répond à une structure du même type; quant à la distémonanthine, elle peut dériver du mopanol par oxydation, déshydrogénation et méthoxylation.

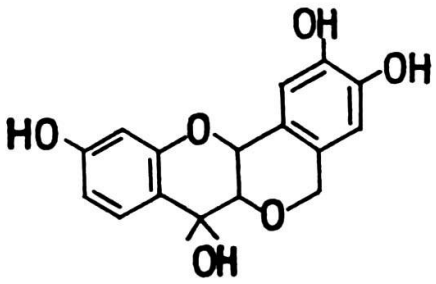
Autres particularités.

On pourrait signaler bien d'autres particularités du chimisme polyphénolique des Légumineuses:

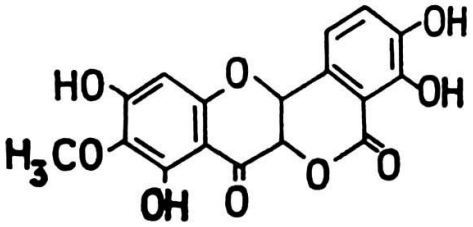
— mode de glycosylation des anthocyanes: ce n'est pas dans la génine ou anthocyanidine que l'originalité est à rechercher puisque les Légumineuses possèdent delphinidine, cyanidine, paeonidine, pélargonidine, malvidine, pétunidine, c'est-



mopanol



peltogynol



distémonanthine

Tableau 5. — Trois dérivés(?) de leucoanthocyanes.

à-dire les 6 anthocyanidines les plus répandues dans le règne végétal, mais dans le mode de glycosylation; en effet, les Légumineuses sont avec les Plumbaginacées les seules familles où la 3-*O*-glucosylation est remplacée par la 3-*O*-rhamnosylation;

— Richesse en *C*-glycosides, avec non seulement des *C*-glycosides de flavones (vitexine, orientine, parkinsonine, bayine, cytisoside...), mais aussi des *C*-glycosides de dihydrochalcones (aspalathine) et d'isoflavones (puérarine).

— richesse en furano- et pyrano-flavonoïdes;

— richesse en substituants isoprényl-, méthylène-dioxy-...

Discussion macrosystématique

Au niveau de l'ordre des Rosales

Qu'elles soient considérées comme ordre indépendant (168, 300) ou comme sous-ordre (104, 215), tous les auteurs s'accordent pour reconnaître aux Légumineuses des liens de parenté très étroits avec les représentants de l'ordre des Rosales. En ce sens, elles voisinent avec les Rosacées, les Saxifragacées et les Crassulacées. Il est donc intéressant de voir tout d'abord si la biochimie flavonique permet de nuancer ces parentés.

	Leucoanthocyanes	*Leucodelphinidine*	*Flavonols*	*Myricétine*	*Kaempférol*	*Flavones*	*Isoflavonoïdes*
Légumineuses	19	14	62	6	41	29	36
Rosacées-Rosoïdées	50	3	97	3	80	0	0
— autres sous-familles . . .	88	5	98	5	88	0	très rares
Crassulacées	88	82	82	6	49	0	0
Saxifragacées	96	67	88	25	72	1	0
Dicotylédones[1]	40	19	72	11	52		très rares

Tableau 6. — Comparaison du chimisme polyphénolique moyen des familles constitutives de l'ordre des Rosales.
Les résultats sont exprimés en pourcentages d'espèces possédant tel composé ou telle classe de polyphénols. Caractères primitifs: présence des substances des 4 premières colonnes. Caractères évolués: disparition de ces substances (flavonols remplacés par flavones); apparition des isoflavonoïdes, de la 2'-substitution (et tout ce que ceci implique dans la voie des isoflavonoïdes), de la 6- ou 8-hydroxylation et de l'*O*-méthylation.

	Leucoanthocyanes	*Leucodelphinidine*	*Flavonols*	*Myricétine*	*Kaempférol*	*Flavones*	*Isoflavonoïdes*
Mimosoïdées (7)	85	42	100	42	57	0	0
Caesalpinioïdées (12) . . .	75	33	83	16	75	16	0(?)
Faboïdées (191)[2]	14	11	60	3	39	30	40

Tableau 7. — Comparaison du chimisme polyphénolique moyen de trois sous-familles de la famille des Légumineuses.
Les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre d'espèces sur lequel a porté le calcul.
Les résultats sont exprimés en pourcentages d'espèces possédant tel composé ou telle classe de polyphénols.

[1] D'après les résultats de BATE-SMITH (19) relatifs à plus de 800 espèces.

[2] Les résultats de BRUNSBERG (50) et de PECKET (242) relatifs à une cinquantaine d'espèces de *Lathyrus* ne sont pas pris en considération puisque ces auteurs ne se sont pas intéressés à toutes les classes de flavonoïdes ici retenues.

Nous nous sommes livrés pour cela à une étude statistique sur la répartition des diverses classes de flavonoïdes dans les 4 familles principales constitutives des Rosales; les travaux de BATE-SMITH (19), de HARBORNE (154) et de nous-mêmes (191) [1] relatent de manière systématique le chimisme de 210 espèces de Légumineuses; les travaux de BATE-SMITH (19) sur les Rosacées intéressent 75 espèces, ceux de COMBIER & JAY (69) sur les Crassulacées, 35 espèces; enfin ceux de JAY (170 à 175) couvrent 216 espèces de Saxifragacées ligneuses et herbacées: les résultats d'une telle confrontation sont présentés dans le tableau 6; ils sont suivis des principes d'évolution flavonique énoncés par BATE-SMITH (19, 20), LEBRETON (189) et HARBORNE (150).

A la lumière de ces principes d'évolution flavonique s'appuyant sur les hiérarchies biogénétiques et sur d'éventuelles congruences entre la distribution flavonique et la nature botanique, des conclusions particulièrement intéressantes se dégagent du tableau 6:

— Tant par sa grande pauvreté en leucoanthocyanes et en dérivés phényltrihydroxylés (voire son assez faible richesse en flavonols) que par sa richesse en flavones et dérivés isoflavoniques, la famille des Légumineuses apparaît comme un taxon très évolué et très spécialisé au sein des Rosales, voire des Dicotylédones.

— A l'opposé, et pour des raisons très strictement inverses, les Saxifragacées se révèlent la famille la plus primitive de l'ordre; elles sont d'ailleurs suivies de très près par la famille des Crassulacées qui représente toutefois un niveau évolutif biochimique légèrement supérieur.

— Quant aux Rosacées, elles semblent occuper une place intermédiaire entre les deux groupes précédemment définis, les Rosoïdées s'apparentant chimiquement aux Légumineuses, et les Spiraeoïdées, Prunoïdées et Pomoïdées aux Crassulacées.

De manière globale, on arrive donc à l'enchaînement Saxifragacées-Crassulacées-Rosacées-Légumineuses. Cet enchaînement qui n'a rien d'un schéma phylogénétique, mais qui veut simplement situer des niveaux évolutifs biochimiques au sein de l'ordre des Rosales, recoupe pourtant les vues des systématiciens plus classiques. En effet, malgré une assez grande variabilité de structure, on peut dire que l'organisation florale (unicarpellie, tendance très marquée à la zygomorphie, à la soudure des filets staminaux, à la disparition de l'albumen), et la structure anatomique sont autant de critères soulignant le caractère évolué des Légumineuses par rapport aux Rosacées, aux Crassulacées et surtout aux Saxifragacées.

Au niveau de la famille des Légumineuses

Un traitement statistique analogue, mais restreint cette fois à la seule famille des Légumineuses (tabl. 7), permet de nuancer la première ligne de résultats du précédent tableau.

En nous référant aux principes d'évolution flavonique déjà énoncés, tout concorde pour dire que les Mimosoïdées sont biochimiquement les plus primitives des Légumineuses, les Faboïdées, au contraire, les plus évoluées; quant aux Caesalpinioïdées, elles se situent à un niveau intermédiaire entre les deux premières sous-familles.

---

[1] Selon une technique hydrolytique décrite par ailleurs: LEBRETON, JAY & VOIRIN, *Chim. Analytique* 47: 375. 1967.

Les pourcentages relatifs aux Mimosoïdées et aux Caesalpinioïdées intéressent un nombre assez restreint d'espèces et de ce fait pourraient être contestables. Cependant un survol de la littérature de ces vingt dernières années portant non seulement sur les espèces ayant fait l'objet d'études chimiques à caractère systématique, mais également sur les espèces analysées pour l'originalité structurale de certains composés (tabl. 2), nous montre que le chimisme moyen de ces deux sous-familles est confirmé; en effet, chez les Mimosoïdées, la fréquence des leucoanthocyanes est grande, quant à celle des flavones et isoflavonoïdes, elle est nulle; pour les Caesalpinioïdées, si la présence des leucoanthocyanes et des flavones est confirmée, par contre un correctif doit être apporté au niveau des isoflavonoïdes puisque diverses citations font état de leur présence chez les *Gleditsia*, *Caesalpinia* et *Swartzia*.

En l'état actuel des recherches, ces résultats chimiques autorisent des conclusions en parfait accord avec les données des disciplines plus classiques. En effet, d'un point de vue morphologique, si la zygomorphie caractérise les Faboïdées et à un degré moindre les Caesalpinioïdées, c'est par contre l'actinomorphie qui est de règle chez les Mimosoïdées; il en est de même pour l'unicarpellie qui, caractéristique des Faboïdées, est remplacée chez certaines Mimosoïdées par une pluricarpellie marquée; de même encore pour la diplostémonie à laquelle se substitue une polystémonie très nette chez les Mimosoïdées (Ingées, Acaciées), rare chez les Caesalpinioïdées.

D'un point de vue anatomique, comme le soulignent METCALFE & CHALK (217), les Faboïdées, tant par les caractères de leurs cellules cambiales que par ceux de leurs vaisseaux, sont les plus hautement spécialisées des Légumineuses; quant aux Caesalpinioïdées et Mimosoïdées, les auteurs leur réservent le qualificatif de primitif.

Conclusions

Ces divers résultats chimiques nous permettent de structurer l'ordre des Rosales (tabl. 8). Ce schéma ne se veut pas phylogénétique, mais se contente de situer des niveaux évolutifs biochimiques; en particulier, admettre pour la famille des Légumineuses une filiation Mimosoïdées-Caesalpinioïdées-Faboïdées, comme semble l'autoriser le profil polyphénolique moyen, serait une vue très simpliste des choses. Il y a en effet peu de différence entre la définition flavonique des *Albizzia* ou *Leucaena* (Mimosoïdées) et celle des *Cercis* (Caesalpinioïdées), des *Anthyllis* (Faboïdées-Lotées) et des *Coronilla* (Faboïdées-Hédysarées) par exemple; il en est de même entre les *Vicia* (Faboïdées-Viciées) et les *Gymnocladus* (Caesalpinioïdées), entre les *Robinia* (Faboïdées-Galégées) et les *Acacia* (Mimosoïdées)... Il s'ensuit que tous ces recoupements [1] et points de comparaison nous conduisent à écarter l'hypothèse d'une filiation directe entre les trois sous-familles de Légumineuses, et à reconnaître plutôt, au sein de la famille, trois faisceaux évolutifs biochimiques, certes de hauteurs différentes, mais montrant des comportements polyphénoliques comparables. Un tel point de vue est d'ailleurs confirmé par les données morphologiques et anatomiques [2].

---

[1] Recoupements que l'on retrouve d'ailleurs en dehors du domaine flavonique, dans la distribution de la canavanine (39, 303) par exemple.

[2] V. H. HEYWOOD, communication personnelle.

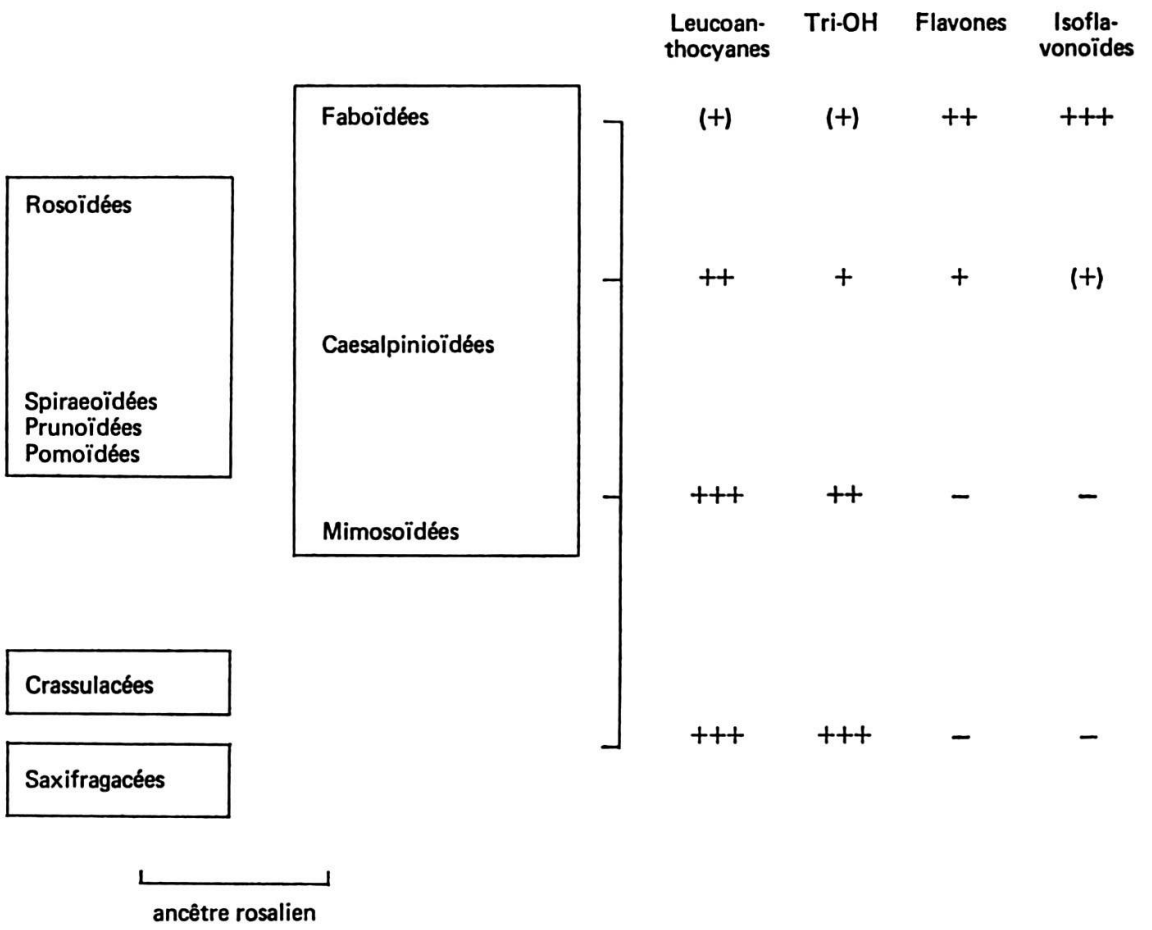


Tableau 8. – Niveaux évolutifs biochimiques des Légumineuses par rapport aux autres représentants de l'ordre des Rosales.
Les symboles: –, (+), +, ++, +++, expriment la plus ou moins grande richesse en polyphénols de diverses classes.

Discussion microsystématique

Nous ne nous attarderons pas ici sur les sous-familles des Mimosoïdées et Caesalpinioïdées dont la représentation ne permet pas une étude systématique détaillée. Par contre notre attention portera sur les Faboïdées dont la connaissance chimique est beaucoup plus avancée et qui de plus constituent les "vraies" Légumineuses européennes. Précisons toutefois, avant de commencer cette discussion, que les conclusions dégagées ne peuvent avoir, pour beaucoup, un caractère définitif, puisque les résultats chimiques relatifs aux Légumineuses restent fragmentaires, les chimistes s'étant plus souvent intéressés à l'originalité structurale des substances qu'à l'aspect taxonomique de leur distribution.

Mimosoïdées

Nous noterons simplement chez les Mimosoïdées:

— la présence quasi générale des 5-désoxyleucoanthocyanes: leucorobinétinidine leucofisétinidine, mélacacidine, lebbécacidine...;

— la fréquence des chalcones: okanine, néoplathyménine... et des flavanones: plathyménine, robtine, butine...;

— l'absence totale de flavones et d'isoflavonoïdes.

Cette sous-famille revêt donc un caractère polyphénolique assez homogène.

Caesalpinioïdées

L'unité des Caesalpinioïdées se réalise autour des leucoanthocyanes et surtout des 5-désoxyleucoanthocyanes par lesquelles elles rappellent beaucoup les Mimosoïdées. Sous cet angle leucoanthocyanique, des liens de parenté indéniables unissent les genres *Colophospermum* (Cynométrées), *Peltogyne* (Amherstiées) et *Distemonanthus* (Cassiées) chez lesquels ont été identifiés mopanol, peltogynol et distémonanthine, c'est-à-dire trois composés probablement dérivés de leucoanthocyanes substituées en 2'.

Nous avons déjà signalé la présence de flavones qui constitue la principale différence entre Caesalpinioïdées et Mimosoïdées; elles ont été identifiées chez les genres *Erythrophleum*, *Tamarindus*, *Cassia*, *Gleditsia*, *Parkinsonia* et *Caesalpinia*, c'est-à-dire dans quatre des sept tribus de Caesalpinioïdées étudiées. Quant aux isoflavones olméline et santal isolées seulement, respectivement, des *Gleditsia* et *Caesalpinia*, elles semblent signifier un chimisme plus spécialisé pour la tribu des Caesalpiniées à laquelle appartiennent ces deux genres.

Faboïdées (Génistées exclues)

Les Génistées, seule tribu ayant fait l'objet d'importantes études chimiques à caractère systématique, seront traitées dans un chapitre particulier.

Tribu des Sophorées.

Les isoflavonoïdes sont la règle générale dans la tribu des Sophorées, et ils laissent de plus apparaître plusieurs cercles de parenté:

— Les genres *Myrocarpus*, *Myroxylon*, *Castanospermum*, *Afrormosia* et *Amphimas* possèdent l'hydroxy-7 diméthoxy-6, 4' isoflavone ou afrormosine, accompagnée dans les deux premiers genres d'une autre isoflavone assez rare: la cabreuvine; la parenté plus étroite que la biochimie souligne entre les genres *Myrocarpus* et *Myroxylon* est également confirmée par la morphologie, ces deux genres montrant en effet des fruits samaroïdes;

— les genres *Sophora*, *Maackia* et *Baphia* possèdent, à côté d'isoflavones banales, des ptérocarpanes, auxquels s'adjoignent pour les *Sophora* et *Maackia* une isoflavanone: le sophorol;

— ce sont également les isoflavanones qui caractérisent le genre *Ferreirea*: ferreirine et homoferreirine.

En raison de leurs fleurs plus actinomorphes que zygomorphes, HUTCHINSON (168) isole les genres *Myrocarpus* et *Amphimas* dans une tribu particulière des Cadiées. D'un point de vue chimique, il nous est très difficile de souscrire à une telle hypothèse; rien en effet ne sépare les *Myrocarpus* des *Myroxylon* par exemple, considérés comme Sophorées typiques par l'auteur anglais.

Un autre problème, laissé volontairement sous silence lors de l'étude des Caesalpinioïdées, doit être abordé avant de quitter cette tribu des Sophorées; il concerne le genre *Swartzia*. Ce genre, placé par TAUBERT (301) et MELCHIOR (215) dans les Caesalpinioïdées, est par contre rapproché des Faboïdées-Sophorées par BAILLON (10) et HUTCHINSON (168); il faut dire que le genre *Swartzia* partage tant avec les premières qu'avec les secondes une fleur zygomorphe à étamines libres, mais se distingue des Sophorées par sa polystémonie (que l'on retrouve par ailleurs chez certaines Caesalpinioïdées-Amherstiées), et par sa radicule infléchie. Le chimisme polyphénolique des *Swartzia* milite plus en faveur de l'hypothèse de BAILLON que de celle de TAUBERT; en effet, par leur richesse en ptérocarpanes divers, les *Swartzia* semblent se rapprocher assez étroitement des genres *Sophora*, *Maackia* et *Baphia*. Nous serions donc assez tentés de les déplacer dans les Sophorées, ou plus simplement de considérer la tribu des Tounatées, à laquelle ils appartiennent dans les Caesalpinioïdées définies par TAUBERT, comme un taxon de transition entre les Caesalpinioïdées et les Faboïdées.

Tribu des Podalyriées.

Nul n'a songé éloigner les Podalyriées des Sophorées, les deux seules tribus de Faboïdées dont les représentants montrent un androcée à 10 étamines libres. D'ailleurs la biochimie (bien que d'un point de vue détaillé un seul genre soit concerné) est en parfait accord avec cette façon de voir. Nombreux sont en effet les points de liaison entre ces deux tribus:

— ptérocarpanes des *Baptisia* (= *Maackia* et *Sophora*)

— isoflavones des *Baptisia*: pseudobaptigénine (= *Maackia*); afrormosine (= *Myrocarpus*, *Myroxylon*...).

Sous l'angle isoflavonique, deux groupes de genres s'opposent, en l'état actuel des connaissances:

— isoflavones présentes: *Piptanthus*, *Thermopsis*, *Baptisia*, *Pickeringia*;

— isoflavones absentes: *Daviesia*, *Phyllota*, *Pultenea*, *Brachysema*.

Or, il est intéressant de constater que ces deux groupes s'opposent par bien d'autres caractères:

— phytogéographique: les premiers sont de l'hémisphère Nord, les seconds appartiennent à l'hémisphère Sud;

— morphologique: les premiers ont des feuilles "herbacées" et digitées, les seconds des feuilles coriaces et simples; les premiers ont un ovaire stipité, les seconds un ovaire sessile...

Tribu des Trifoliées.

Comme pour les Sophorées, les isoflavonoïdes caractérisent les Trifoliées; mais alors que chez les Sophorées l'unité se réalise autour des isoflavones proprement dites, dans le cas des Trifoliées, cette classe de composés est sujette à de grandes fluctuations comme le souligne HARBORNE (154): toutes les 28 espèces d'*Ononis*, 14 des 108 espèces de *Trifolium*, mais pas une seule des 24 espèces de *Medicago* examinées possèdent des isoflavones. Par contre, une autre classe, celle des coumestones, est retrouvée de manière constante chez les *Trigonella*, *Medicago*, *Melilotus* et *Trifolium*, quatre genres dont la définition florale est d'ailleurs très uniforme; quant au cinquième genre analysé, *Ononis*, aucune citation ne fait état d'un éventuel contenu en coumestones; atteindrait-on par là l'individualité biochimique des *Ononis*, individualité que souligne déjà l'androcée monadelphe alors que les autres Trifoliées sont en général diadelphes? Dans cette optique, peut-on apporter argument au point de vue de HUTCHINSON (168) qui envisage une tribu autonome des Ononidées? En l'état actuel des connaissances, il est difficile de prendre position: notons simplement que les *Ononis*, s'ils diffèrent par l'absence de coumestones, partagent néanmoins avec les *Trifolium* la présence de ptérocarpanes et avec les autres Trifoliées l'absence de leucoanthocyanes.

Tribu des Lotées.

Seule la morphologie foliaire distingue les représentants de cette tribu de ceux des Trifoliées. Pourtant, d'un point de vue chimique, les Lotées sont une des tribus les plus individualisées des Faboïdées et ce par plusieurs points:

— présence générale des leucoanthocyanes dont le dérivé phényl-trihydroxylé leucodelphinidine;

— absence d'isoflavonoïdes; on peut s'étonner de ce que les Lotées soient à l'heure actuelle la seule tribu des Faboïdées dans laquelle aucun isoflavonoïde n'ait été identifié.

Même si cette dernière lacune est un jour comblée, la présence des leucoanthocyanes est un critère suffisant pour justifier du caractère biochimique primitif de cette tribu.

Tribu des Galégées.

Bien que possédant toutes des flavones, Psoraliinées et Téphrosiinées se distinguent des Robiniinées, Colutéinées et Astragalinées; en effet, alors que les deux premières sous-tribus sont riches en isoflavonoïdes (isoflavones et (ou) roténoïdes), le second groupe, à une exception près, en est dépourvu. Marquant encore davantage leur individualité et leur caractère biochimique spécialisé, certaines espèces du premier groupe (Téphrosiinées) montrent des structures très complexes: Maxima isoflavones *A*, *B*, *C*, mundulone, munétone pour les isoflavones, séricétine pour les flavonols. Par contre, la sous-tribu des Psoraliinées, ou plus exactement les *Psoralea* et les *Amorpha*, se distinguent par la présence de leucodelphinidine (caractère biochimique primitif) à côté respectivement de l'isoflavone daidzéine et du roténoïde amorphine.

Tribu des Hédysarées.

Pour BAILLON (10), si ce n'était du fruit, les Hédysarées pourraient très bien être redistribuées entre les Trifoliées, les Lotées, voire les Galégées et les Phaséolées.

D'un point de vue chimique, retenir la parenté avec les Trifoliées ou les Galégées-Psoraléinées et -Téphrosiinées nous paraît difficile puisque les Hédysarées sont à une exception près, *Ougeinia*, dépourvues d'isoflavonoïdes dont la présence caractérise les deux tribus précitées. Il en est de même pour les liens de parenté avec les Galégées-Robiniinées, -Colutéinées et -Astragalinées qui, certes dépourvues d'isoflavonoïdes, sont également très pauvres en leucoanthocyanes, alors que ces dernières et en particulier la leucodelphinidine paraissent fréquentes chez les Hédysarées (5 genres sur 7 où elles ont été recherchées). Ces deux points, absence d'isoflavonoïdes et relative richesse en leucoanthocyanes, soulignent très certainement une parenté avec les Lotées.

Tribu des Dalbergiées.

C'est de loin la tribu dont les potentialités dans le domaine des isoflavonoïdes sont les plus grandes.

Chez les Ptérocarpinées, isoflavones et ptérocarpanes sont la règle générale, composés auxquels s'adjoignent chez les *Machaerium* et les *Dalbergia*, les néoflavanes; ces deux genres, dont les liens de parenté chimique sont très étroits, s'individualisent cependant le premier par ses isoflavanones, le second par ses isoflavanes.

Chez les Lonchocarpinées, les isoflavones subsistent, mais aux ptérocarpanes sont substitués les roténoïdes, les coumarono-chromones et les phényl-3 coumarines.

Chez les Géoffraeinées, on retrouve ptérocarpanes et roténoïdes.

Cette tribu des Dalbergiées se révèle relativement homogène et très spécialisée sous l'angle isoflavonique; sa parenté chimique avec les Galégées et plus précisément avec la sous-tribu des Téphrosiinées est nette; d'ailleurs les systématiciens rapprochent volontiers les genres *Derris* et *Millettia*.

Tribu des Viciées.

Par les genres *Vicia*, *Lens* et *Lathyrus*, la tribu des Viciées nous apparaît chimiquement homogène: absence d'isoflavonoïdes et de leucoanthocyanes, présence de flavones et de flavonols.

Le genre *Pisum*, bien que morphologiquement très proche des trois précédents, voit son individualité marquée par la présence de pisatine (un dérivé isoflavonique ptérocarpane); quant au genre *Cicer*, son chimisme est très différent de celui des Viciées typiques (richesse en isoflavones et coumestones, présence de chalcone et de flavanone): de ce point de vue, sa position systématique est à reconsidérer.

Tribu des Phaséolées.

BAILLON écrivait en 1870: "Les caractères qui séparent les unes des autres, les six sous-séries [sous-tribus] sont bien loin d'être absolus, comme cela devait arriver dans une série [tribu] elle-même tout à fait artificielle et qui ne se distingue pas d'une façon absolue des séries voisines".

Cette citation résume assez bien l'idée qu'on peut se faire de la tribu des Phaséolées au vu de son chimisme polyphénolique. En effet, le genre *Glycine* (Phaséolées-Glycininées) a une définition chimique très voisine de celle des *Cicer* (Viciées); voici peut-être d'ailleurs une solution au problème que nous posait, dans la tribu précédente, la position systématique de ce dernier genre.

Les potentialités isoflavoniques des *Pachyrrhizus* et des *Neorautanenia*, deux genres aux chimismes très voisins, ne sont pas très différentes de celles des Dalbergiées: isoflavanones, isoflavones, phényl-3 coumarines, coumestones, ptérocarpanes, roténoïdes.

La définition polyphénolique des *Phaseolus* rappelle par certains points celle du genre *Pisum* (Viciées): ptérocarpanes; par d'autres, celle des *Cicer* (Viciées): isoflavones, coumestones; par d'autres enfin, celle des *Ougeinia* (Hédysarées): leucopélargonidine, quercétine, kaempférol. En ce qui concerne ce dernier genre, *Ougeinia*, dont nous avons noté le chimisme un peu exceptionnel au sein des Hédysarées, il semble qu'il puisse prendre place au voisinage des Phaséolées et des Dalbergiées puisqu'il partage avec les représentants de ces deux tribus la présence d'isoflavanones, et avec le genre *Phaseolus* les traits moins spécialisés de son chimisme polyphénolique; ce point de vue est confirmé par les données classiques: en effet, par ses feuilles et la conformation de son réceptacle floral, le genre *Ougeinia* rappelle beaucoup les Phaséolées, et par ses fruits, les Dalbergiées.

Conclusions.

Dans la sous-famille des Faboïdées, deux tribus se distinguent assez nettement par leur richesse en leucoanthocyanes et leur grande pauvreté en isoflavonoïdes: Lotées et Hédysarées (excepté *Ougeinia*).

Sept autres tribus sont caractérisées au contraire par leur richesse en isoflavonoïdes, alors que la présence de leucoanthocyanes devient accidentelle; il apparaît d'ailleurs dans ce métabolisme isoflavonique des degrés de spécialisation:

isoflavones	Génistées (voir plus bas)
isoflavones + coumestones	Trifoliées
isoflavones + roténoïdes	Galégées
isoflavones + ptérocarpanes	Podalyriées
isoflavones + ptérocarpanes isoflavanones	Sophorées
isoflavones + ptérocarpanes isoflavanones phényl-3 coumarines coumestones roténoïdes	Phaséolées
isoflavones + ptérocarpanes isoflavanones phényl-3 coumarines roténoïdes isoflavanes néoflavanes	Dalbergiées

Quant à la dixième tribu, celle des Viciées (excepté *Cicer*), non seulement très pauvre en leucoanthocyanes, elle est également dépourvue d'isoflavonoïdes.

Les trois "groupes chimiques" ainsi définis au sein des Faboïdées nous démontrent une "incompatibilité flavonique" très nette entre leucoanthocyanes et isoflavonoïdes. La présence de leucoanthocyanes constituant un caractère biochimique primitif, cette incompatibilité confirme le caractère spécialisé que nous avions reconnu aux isoflavonoïdes, et permet de voir en leur présence un caractère chimique évolué.

Etude particulière de la tribu des Génistées

Si l'appartenance des Génistées à la sous-famille des Faboïdées est peu contestable, par contre, cette tribu pose aux systématiciens un double problème: problème de délimitations génériques d'une part, et de définitions de cercles de parenté d'autre part.

En ce qui concerne le premier point, on peut dire que depuis les travaux de LINNÉ qui, en 1737, distinguait 4 genres: *Genista*, *Cytisus*, *Ulex* et *Spartium*, les Génistées ont été l'objet de nombreux remaniements, à tel point que, par exemple, une espèce décrite sous le vocable de *Genista sagittalis* L. est devenue un *Cytisus sagittalis* (L.) Koch, un *Genistella sagittalis* (L.) Gams, un *Pterospartum sagittale* (L.) Willk. et enfin un *Chamaespartium sagittale* (L.) P. Gibbs; ou que l'espèce nommée aujourd'hui *Teline linifolia* (L.) Webb. & Berth. s'est vue rangée d'abord dans le genre *Genista*, puis dans le genre *Cytisus*. Ces deux exemples soulignent combien sont délicates la définition et la délimitation des genres de cette tribu. Comparons d'ailleurs pour les deux genres les plus importants: *Genista* et *Cytisus*, les points de vue de TAUBERT (301) et de FRODIN, GIBBS, HEYWOOD (in 304). TAUBERT envisage un genre *Genista*

subdivisé en 15 sections; de ces dernières, GIBBS & HEYWOOD, dans Flora Europaea, ne retiennent que quelques-unes: *Scorpioides*, *Spartioides*, *Erinacoides*, *Genistoides*, *Voglera*...; quant aux autres, ils les élèvent au rang de genres autonomes: c'est ainsi que

— *Genista horrida* de la section *Echinospartum* devient *Echinospartum horridum*,
— *Genista angulata* de la section *Gonocytisus* devient *Gonocytisus angulatus*,
— les sections I et II: *Boelia et Raetama*, se trouvent réunies dans un seul et même genre *Lygos* (nom à retenir: *Retama*),
— *Genista sagittalis*, seul représentant de la section XV, devient *Chamaespartium sagittale*.

Il en est de même, et avec plus de complexité encore, pour le genre *Cytisus* dans lequel TAUBERT distinguait 9 sections; ces dernières ont en effet été profondément remaniées, leurs représentants répartis en définitive en 5 genres: *Lembotropis*, *Chronanthus*, *Teline*, *Chamaecytisus* et *Cytisus* (avec deux sous-genres et 4 sections).

Si nous comparons sur le tableau 9 [1] le chimisme des *Genista* sensu stricto avec celui des *Retama*, *Chamaespartium*, *Echinospartum* ou *Gonocytisus*, nous voyons que sous l'angle polyphénolique, les différences ne sont absolument pas significatives: très grande homogénéité leucoanthocyanique et flavonique; certes, le *Gonocytisus angulatus* est dépourvu d'isoflavones, mais 15% des *Genista* le sont également; quant aux flavonols, ils ne sont pas d'un plus précieux secours, puisque si leur absence semble caractériser les genres *Retama*, *Chamaespartium* et *Gonocytisus*, leur présence chez les *Genista* n'intéresse en fait que 60% des espèces.

Pour le genre *Cytisus* dont le chimisme peut être facilement comparé à celui des *Chamaecytisus*, *Lembotropis*, *Teline* ou *Chrononthus* sur le tableau 9, les conclusions sont identiques.

Il est donc clair que d'un point de vue polyphénolique, avec les arguments actuellement disponibles, le sectionnement des genres *Genista* et *Cytisus* (on pourrait ajouter encore le genre *Ulex*) n'est pas justifié.

En ce qui concerne le second point, à savoir définitions de cercles de parenté, nous pouvons dire que la situation est aussi confuse que pour les délimitations génériques; depuis les travaux de TOURNEFORT jusqu'à ceux de BENTHAM, les systématiciens se sont efforcés d'opposer deux groupes, celui des genêts et celui des cytises; selon les auteurs les critères invoqués intéressent la feuille (simple ou trifoliolée), la carène (couvrant ou découvrant l'androcée), l'étendard (fendu ou entier), le stigmate (incliné vers l'intérieur ou vers l'extérieur, capité ou non) ou la graine (arillée ou non). Ce dernier critère est celui retenu par BENTHAM pour distinguer les Spartiinées (= genêts) des Cytisinées; il sera repris plus tard par BAILLON et par TAUBERT. Malgré tous ces efforts, l'accord est cependant loin d'être réalisé puisque si certains ont suivi la classification de BENTHAM, d'autres comme HUTCHINSON poussent plus loin encore le démembrement (l'auteur anglais subdivisant l'ensemble genêts-cytises

[1] Ce tableau a été élaboré essentiellement à partir des résultats de HARBORNE (154), complétés par les références bibliographiques suivantes: *Aspalathus*: 181 à 183; *Crotalaria*: 272, 293 à 296; *Lupinus*: 13, 19, 152, 166; *Adenocarpus*: 115, 240; *Genista*: 115, 117, 191, 238 à 240; *Ulex*: 144, 145, 148, 149, 240; *Cytisus*: 48, 54 à 56, 105, 115, 152, 164, 165, 191, 211, 241, 252, 289; *Echinospartum*: 191; *Chamaecytisus*: 191; *Lembotropis*: 191.

en 5 taxons), alors que d'autres enfin comme MELCHIOR (215) regroupent Spartiinées et Cytisinées en une seule sous-tribu des Génistinées (dont il exclut toutefois les *Lupinus* et *Argyrolobium* qu'il place près des *Crotalaria*).

L'examen du tableau 9 permet de confirmer le point de vue de MELCHIOR: Spartiinées et Cytisinées forment un tout chimiquement très homogène, caractérisé par sa richesse en isoflavones et flavones, par l'absence de leucoanthocyanes (et par sa richesse en alcaloïdes: voir FAUGERAS & PARIS, ci-devant). Tout au plus peut-on d'un point de vue polyphénolique souligner, comme l'a déjà fait HARBORNE (154), l'individualité des *Loddigesia* et des *Hypocalyptus* qui se distinguent de toutes les autres Génistinées (sensu MELCHIOR) par la présence des leucoanthocyanes: leucodelphinidine, leucocyanidine; de ce fait, ces deux genres semblent se rapprocher plus étroitement des *Crotalaria* (sous-tribu des Crotalariinées) avec lesquels ils partagent de plus l'absence d'isoflavones. Un autre point mérite d'être signalé: l'absence générale d'isoflavones chez les *Argyrolobium* et les *Lupinus*; si cette remarque permet d'assigner à ces deux genres une place particulière au sein du groupe genêts-cytises, elle ne peut toutefois pas justifier l'hypothèse de MELCHIOR d'une insertion dans les Crotalariinées.

En définitive, genêts et cytises (sensu lato) constituent un taxon chimiquement très homogène dont la définition polyphénolique confirme le rattachement aux Faboïdées les plus typiques [1]; à l'exception des *Loddigesia* et des *Hypocalyptus*, les individualités et différences que l'on peut souligner ne sont en fait que des expressions ultimes d'un métabolisme flavonique général commun.

Conclusions

Ce rapide survol des Légumineuses nous montre que les critères polyphénoliques ont dans ce cas toute leur valeur taxonomique et phylogénétique au niveau des taxons supérieurs: familles, sous-familles, tribus; c'est ainsi que les Légumineuses se révèlent être la famille chimiquement la plus évoluée des Rosales. A l'intérieur des Légumineuses, trois niveaux évolutifs biochimiques, correspondant aux trois sous-familles: Mimosoïdées, Caesalpinioïdées et Faboïdées, se définissent selon la richesse en leucoanthocyanes, en isoflavonoïdes et en dérivés phényl-trihydroxylés. Enfin, par ses multiples facettes, le métabolisme isoflavonique permet de caractériser les diverses tribus constitutives des Faboïdées.

Cependant au niveau de la tribu, et ceci est particulièrement net chez les Génistées pour lesquelles l'information chimique est suffisante pour permettre une discussion systématique "fine", on saisit une "apparente" limite de la méthode chimiotaxonomique qui se trouve face à une définition biochimique très homogène. Il faut dire que nous n'avons tenu compte ici que des aglycones flavoniques. Il est certain que pour faire avancer plus en profondeur la discussion, une autre technique d'analyse

[1] Ce que confirme d'ailleurs l'étude du métabolisme alcaloïdique qui permet de plus de préciser qu'aucune barrière biochimique ne sépare les Génistées des Sophorées et des Podalyriées (FAUGERAS & PARIS, 115).

	Nombre d'espèces analysées	Isoflavones					Flavones	Leucoanthocyanes	Flavonols					Autres
		%	1	2	3	4	%	%	%	5	6	7	8	
Aspalathus	2						50							Aspalathine
Crotalaria	2	0	–	–	–	–	100	100	0	–	–	–	–	
Genista	46	85	(+)	++	+	+	35	0	60	–	+	+	+	
Retama	2	100	–	++	++	++	100	0	0	–	–	–	–	
Chamaespartium sagittale		100	–	++	++	++	100	0	0	–	–	–	–	
Echinospartum horridum								0	100	–	++	–	–	
Gonocytisus angulatus		0	–	–	–	–	100	0	0	–	–	–	–	
Spartium junceum							100	0	100	–	++	–	–	
Argyrolobium	5	0	–	–	–	–	40	0	40	–	(+)	(+)	–	
Lupinus	26	0	–	–	–	–	60	0	50	–	+	+	–	
Adenocarpus	2	100	–	++	++	++	0	0	0	–	–	–	–	
Calicotome	2	100	–	–	++	++	100	0	0	–	–	–	–	
Petteria ramentacea		0	–	–	–	–	0	0	100	–	–	–	++	
Erinacea anthyllis		100	–	++	++	++	0	0	0	–	–	–	–	
Cytisus	15	55	–	+	+	–	80	0	75	–	(+)	+	+	Pinocembrine
Chamaecytisus	8	40	–	(+)	+	–	100	0	40	–	(+)	–	+	
Lembotropis nigricans		0	–	–	–	–	0	0	100	–	++	++	++	
Teline	7	100	–	++	++	++	30	0	90	(+)	++	+	++	
Chronanthus biflorus		100	–	–	++	++	0	0	100	–	–	++	–	
Laburnum anagyroides		100	–	++	++	++	100	0	0	–	–	–	–	
Podocytisus caramanicus		0	–	–	–	–	100	0	0	–	–	–	–	
Ulex	5	100	–	++	++	++	100	0	20	–	+	–	–	Isoliquiritigénine
Stauracanthus genistoides		100	–	++	++	++	100	0	0	–	–	–	–	
Loddigesia oxalidifolia		0	–	–	–	–	0	100	100	++	++	++	–	
Hypocalyptus obcordatus		0	–	–	–	–	0	100	100	++	++	–	–	

Tableau 9. – Définition polyphénolique des Génistées.
1 = formononétine; **2** = daidzéine; **3** = génistéine; **4** = Me-5 génistéine; **5** = myricétine; **6** = quercétine; **7** = kaempférol; **8** = fisétine.
Les pourcentages relatifs aux diverses classes de polyphénols représentent le nombre d'espèces pourvues de composés de chaque classe.
A l'intérieur de chaque classe, les symboles correspondent aux pourcentages des espèces analysées pourvues de tel composé: – = 0%. (+) = <20%; + = 20-60%; ++ = 60-100%.

est à envisager: nous pensons à la recherche des glycosides flavoniques; cette technique est certes plus coûteuse en temps, voire en matériel, mais beaucoup plus riche d'informations surtout si elle est appliquée de manière dynamique, c'est-à-dire avec analyses échelonnées au cours d'un cycle saisonnier par exemple.

Résumé

L'originalité du chimisme polyphénolique des Légumineuses réside dans leur grande richesse en isoflavonoïdes: isoflavanones, isoflavones, ptérocarpanes, roténoïdes, coumestones...; à l'intérieur de chaque classe de flavonoïdes, la 5-désoxysubstitution et la 2'-substitution sont également notables.

Parmi les trois sous-familles habituellement reconnues au sein des Légumineuses, les Mimosoïdées et les Caesalpinioïdées ont un chimisme plus primitif que les Faboïdées (= Lotoïdées, Papilionoïdées), ce que traduisent chez les premières la richesse en leucoanthocyanes et la pauvreté en composés isoflavoniques.

Parmi les 10 tribus constitutives des Faboïdées, plusieurs ont une individualité flavonique marquée: Lotées et Hédysarées par leur richesse en leucoanthocyanes, Génistées par leur richesse en isoflavones, Dalbergiées et Phaséolées par la complexité et la diversité de leur métabolisme isoflavonique.

A l'intérieur des Génistées, la distribution des flavonoïdes permet de discuter du sectionnement des genres *Genista*, *Cytisus*, etc.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Adinarayana, D. & T. R. Seshadri (1966) *Indian J. Chem.* 4: 73.
2. Ahluwalia, V. K., G. P. Sachdev & T. R. Seshadri (1965) *Indian J. Chem.* 3: 474.
3. — G. P. Sachdev & T. R. Seshadri (1966) *Indian J. Chem.* 4: 250.
4. Alston, R. E., H. Roesler, K. Naifeh & T. J. Mabry (1965) *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 54: 1458.
5. Anderson, D. M. W. & I. C. M. Dea (1969) *Phytochemistry* 8: 167.
6. Aneja, B., R. N. Khanna & T. R. Seshadri (1963) *J. Chem. Soc.* 1963: 163.
7. Anton, R. & P. Duquesnois (1968) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 266: 1523.
8. — & P. Duquesnois (1968) *Pl. Méd. Phytothérap.* 2: 255.
9. — & P. Duquesnois (1968) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 267: 1227.
10. Baillon, H. (1870) in: *Histoire des plantes* 2: 21-384. Paris.
11. Balakrishna, S., M. M. Rao & T. R. Seshadri (1962) *Tetrahedron* 18: 1503.
12. Bandyukova, V. A. (1964) *Izuch i Ispol'z Lekarstv. Rastitel'n. Res. SSSR:* 209.
13. — (1968) *Rastitel'n. Resursy* 4: 97.
14. — N. Y. Sergeeva & G. L. Shinkarenko (1964) *Farm. Žurn.* 19: 40.
15. Banerji, A., V. V. S. Murti & T. R. Seshadri (1965) *Curr. Sci.* 34: 431.

16. BANERJI, A., V. V. S. MURTI & T. R. SESHADRI (1966) *Indian J. Chem.* 4: 70.
17. — V. V. S. MURTI, T. R. SESHADRI & R. S. THAKUR (1963) *Indian J. Chem.* 1: 25.
18. BASKIN, J. M., C. J. LUDLOW, T. M. HARRIS & F. T. WOLF (1967) *Phytochemistry* 6: 1209.
19. BATE-SMITH, E. C. (1962) *J. Linn. Soc., Bot.* 58: 95.
20. — (1965) *Bull. Soc. Bot. France, Mém.* [44]: 16.
21. BELL, E. A. (1964) *Nature* 203: 378.
22. — (1966) in T. SWAIN, *Comparative phytochemistry*: 195. London.
23. — & J. P. O'DONOVAN (1966) *Phytochemistry* 5: 1211.
24. BENN, M. H. & C. WATANATADA (1970) *Canad. J. Chem.* 48: 1624.
25. BERNASCONI, B., ST. GILL & E. STEINEGGER (1965) *Pharm. Acta Helv.* 40: 246.
26. BEVAN, C. W. L., D. E. U. EKONG, M. E. OBASI & J. W. POWELL (1966) *J. Chem. Soc.* 1966: 509.
27. BÉZANGER-BEAUQUESNE, L. & M. PINKAS (1967) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 264: 401.
28. — M. TORCK & M. PINKAS (1968) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 266: 839.
29. BHALLA, V. K., U. R. NAYAK & S. DEV (1968) *Tetrahedron Lett.* 1968: 2401.
30. BHATIA, V. K., S. R. GUPTA & T. R. SESHADRI (1964) *Curr. Sci.* 33: 581.
31. — S. R. GUPTA & T. R. SESHADRI (1966) *Phytochemistry* 5: 177.
32. — S. R. GUPTA & T. R. SESHADRI (1966) *Tetrahedron* 22: 1147.
33. — S. K. MUKERJEE & T. R. SESHADRI (1965) *Indian J. Chem.* 3: 422.
34. — & T. R. SESHADRI (1967) *Phytochemistry* 6: 1033.
35. BHUTANI, S. P., S. S. CHIBBER & T. R. SESHADRI (1966) *Curr. Sci* 35: 363.
36. BICKOFF, E. M., A. L. LIVINGSTON & S. C. WITT (1965) *Phytochemistry* 4: 523.
37. — A. L. LIVINGSTON, S. C. WITT, R. E. LUNDIN & R. R. SPENCER (1965) *J. Agric. Food Chem.* 13: 597.
38. — S. C. WITT & A. L. LIVINGSTON (1965) *J. Pharm. Sci.* 54: 1555.
39. BIRDSONG, B. A., R. E. ALSTON & B. L. TURNER (1960) *Canad. J. Bot.* 38: 499.
40. BODALSKI, T. & H. R. BODALSKA (1966) *Acta Poloniae Pharm.* 23: 153.
41. BORNES, C. S., J. L. OCCOLOWITZ, N. L. DUTTA, P. M. NAIR, P. S. PHADKE & K. VENKATARAMAN (1963) *Tetrahedron Lett.* 1963: 281.
42. BOTTOMLEY, W., H. SMITH & A. W. GALSTON (1966) *Phytochemistry* 5: 117.
43. BRAZ, R., W. B. EYTON, O. R. GOTTLIEB & M. T. MAGALHAES (1968) *Anais Acad. Brasil. Ci.* 40: 23.
44. BRAZ FILHO, K. & O. R. GOTTLIEB (1968) *Anais Acad. Brasil. Ci.* 40: 151.
45. BREDENBERG, J. B. & P. K. HIETALA (1961) *Acta Chem. Scand.* 15: 936.
46. — & J. N. SHOOLERY (1961) *Tetrahedron Lett.* 1961: 285.
47. BREHM B. G. (1964) [Univ. microfilm 63-1645]. 149 pp.
48. — & R. E. ALSTON (1964) *Amer. J. Bot.* 51: 644.
49. BRIGGS, L. H., R. C. CAMBIE, R. H. HOLDGATE & R. N. SEELYE (1960) *J. Chem. Soc.* 1960: 1955.
50. BRUNSBERG, K. (1965) *Bot. Not.* 118: 377.
51. BURROWS, B. F., W. D. OLLIS & L. M. JACKMAN (1960) *Proc. Chem. Soc.* 1960: 177.
52. CARPENTER, I., H. D. LOCKSLEY & F. SCHEINMANN (1969) *Phytochemistry* 8: 2013.
53. CHANDRASHEKAR, V., M. KRISHNAMURTI & T. R. SESHADRI (1967) *Tetrahedron* 23: 2505.
54. CHOPIN, J., M. L. BOUILLANT & A. DURIX (1965) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 260: 4850.
55. — M. L. BOUILLANT & P. LEBRETON (1963) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 256: 5653.
56. — M. L. BOUILLANT & P. LEBRETON (1964) *Bull. Soc. Chim. France* 1964: 1038.
57. CLAISSE, J., L. CROMBIE & R. PEACE (1964) *J. Chem. Soc.* 1964, suppl.: 6023.
58. CLARK-LEWIS, J. W. (1962) in T. A. GEISSMAN, *Chemistry of flavonoid compounds*: 217. Oxford.
59. — & I. DAINIS (1964) *Austral. J. Chem.* 17: 1170.
60. — & I. DAINIS (1968) *Austral. J. Chem.* 21: 425.

61. CLARK-LEWIS, J.W. & G. F. KATEKAR (1960) *Proc. Chem. Soc.* 1960: 345.
62. — G. F. KATEKAR & P. I. MORTIMER (1961) *J. Chem. Soc.* 1961: 499.
63. — G. F. KATEKAR & P. I. MORTIMER (1962) *J. Chem. Soc.* 1962: 4502.
64. — & P. I. MORTIMER (1960) *J. Chem. Soc.* 1960: 4106.
65. — & V. NAIR (1964) *Austral. J. Chem.* 17: 1164.
66. COCKER, W., T. DAHL, C. DEMSEY & T. B. H. MCMURRY (1962) *Chem. & Industr.* 1962: 216.
67. — T. DAHL, C. DEMSEY & T. B. H. MCMURRY (1962) *J. Chem. Soc.* 1962: 4906.
68. — T. B. H. MCMURRY & P. A. STANILAND (1965) *J. Chem. Soc.* 1965: 1034.
69. COMBIER, H. & M. JAY (1967) *Pl. Méd. Phytothérap.* 1: 165.
70. COOKE, R. G. & I. D. RAE (1964) *Austral. J. Chem.* 17: 379.
71. CROMBIE, L. & R. PEACE (1963) *Proc. Chem. Soc.* 1963: 247.
72. — & D. A. WHITING (1962) *Tetrahedron Lett.* 1962: 801.
73. — & D. A. WHITING (1963) *J. Chem. Soc.* 1963: 1569.
74. DARSHAN, K., S. K. MUKERJEE & T. R. SESHADRI (1965) *Tetrahedron* 21: 1495.
75. DEAN, F. M. (1963) *Naturally occuring oxygen ring compounds.* London.
76. — S. MONGKOLSUK & V. PODIMUANY (1965) *J. Chem. Soc.* 1965: 828.
77. DERYUGINA, L. I. (1965) *Farm. Žurn.* 20: 62.
78. — (1966) *Him. Prir. Soedin* 2: 115.
79. — P. E. KRIVENCHUK & N. P. MAKSYUTINA (1966) *Farm. Žurn.* 21: 41.
80. — N. P. MAKSYUTINA & P. E. KRIVENCHUK (1966) *Him. Prir. Soedin* 2: 394.
81. — N. P. MAKSYUTINA & P. E. KRIVENCHUK (1968) *Him. Prir. Soedin* 4: 254.
82. DONNELLY, B. J., D. M. X. DONNELLY & A. M. O'SULLIVAN (1966) *Chem. & Industr.* 1966: 1498.
83. — D. M. X. DONNELLY & A. M. O'SULLIVAN (1968) *Tetrahedron* 24: 2617.
84. — D. M. X. DONNELLY & C. B. SHARKEY (1965) *Phytochemistry* 4: 337.
85. DONNELLY, D. M. X., M. R. GEOGHEGAN & B. J. NANGLE (1965) *Tetrahedron Lett.* 1965: 4451.
86. — B. J. NANGLE, J. P. PRENDERGAST & A. M. O'SULLIVAN (1968) *Phytochemistry* 7: 647.
87. DREWES, S. E. & A. H. ILSLEY (1968) *Chem. Com.* 20: 1246.
88. — & A. H. ILSLEY (1969) *Phytochemistry* 8: 1039.
89. — & D. G. ROUX (1963) *Biochem. J.* 87: 167.
90. — & D. G. ROUX (1964) *Chem. & Industr.* 1964: 1799.
91. — & D. G. ROUX (1965) *Biochem. J.* 96: 681.
92. — & D. G. ROUX (1965) *Chem. Com.* 1965: 500.
93. — & D. G. ROUX (1966) *J. Chem. Soc.* 1966: 1644.
94. — & D. G. ROUX (1966) *Biochem. J.* 98: 493.
95. — & D. G. ROUX (1967) *J. Chem. Soc.* 1967: 1407.
96. — D. G. ROUX, J. FEENEY & S. H. EGGERS (1966) *Chem. Com.* 1966: 368.
97. DUNNILL, P. M. & L. FOWDEN (1967) *Phytochemistry* 6: 1659.
98. DUQUESNOIS, P. & R. ANTON (1968) *Pl. Med.* 16: 184.
99. DYKE, S. F., W. D. OLLIS, M. SANITSBURG & J. S. P. SCHWARZ (1964) *Tetrahedron* 20: 1331.
100. EADE, R. A., H. HINTERBERGER & J. J. H. SIMES (1963) *Austral. J. Chem.* 16: 188.
101. — I. SALASOO & J. J. H. SIMES (1962) *Chem. & Industr.* 1962: 1720.
102. — I. SALASOO & J. J. H. SIMES (1966) *Austral. J. Chem.* 19: 1717.
103. ELSISSI, H. I. & A. E. A. ELSHERBEING (1967) *Qual. Pl. Mater. Veg.* 14: 257.
104. EMBERGER, L. (1960) in M. CHADEFAUD & L. EMBERGER, *Traité de botanique systématique* 2: 1393-1416. Paris.
105. ERDTMAN, H. & T. NORIN (1963) *Acta Chem. Scand.* 17: 1781.
106. EYTON, W. B., W. D. OLLIS, M. FINEBERG, O. R. GOTTLIEB, S. SONZA GUIMARAES & M. T. MAGALHAES (1965) *Tetrahedron* 21: 2697.
107. — W. D. OLLIS, I. O. SUTHERLAND, L. M. JACKMAN, O. R. GOTTLIEB & M. T. MAGALHAES (1962) *Proc. Chem. Soc.* 1962: 301.
108. — W. D. OLLIS, I. O. SUTHERLAND, L. M. JACKMAN, O. R. GOTTLIEB & M. T. MAGALHAES (1965) *Tetrahedron* 21: 2683.

109. FALCO, M. R. & J. X. DE VRIES (1964) *Naturwissenschaften* 51: 462.
110. FALSHAW, C. P. & W. D. OLLIS (1966) *Chem. Com.* 1966: 305.
111. — W. D. OLLIS, J. A. MOORE & K. MAGNUS (1966) *Tetrahedron* 22, suppl.: 333.
112. FARKAS, L., L. HOERHAMMER & H. WAGNER (1963) *Tetrahedron Lett.* 1963: 727.
113. — & M. NOGRADI (1964) *Tetrahedron Lett.* 1964: 3919.
114. FAUGERAS, G. & R. PARIS (1964) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 258: 3113; 259: 4861.
115. — & R. PARIS (1965) *Bull. Soc. Bot. France. Mém.* [44]: 75.
116. — & R. PARIS (1966) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 263: 436.
117. — & R. PARIS (1969) *Pl. Méd. Phytothérap.* 3: 20, 175.
118. FEENSTRA, W. J. (1960) *Meded. Landbouwhoogeschool Onderzoekingstat. Staat Gent* 60: 1.
119. FOTTRELL, P. F., S. O'CONNOR & C. L. MASTERSON (1964) *Irish J. Agric. Res.* 3: 246.
120. FOX, D. J., D. A. THURMAN & D. BOULTER (1964) *Phytochemistry* 3: 417.
121. FRAJDENRAJCH, S. (1968) *Brit.* 1112: 650.
122. FRANCIS, C. M., A. J. MILLINGTON & E. T. BAILEY (1967) *Austral. J. Chem.* 18: 47.
123. FREUDENBERG, K. & K. WEINGES (1962) in T. A. GEISSMAN, *Chemistry of flavonoid compounds*: 197. Oxford.
124. FUJISE, Y., T. TODA & S. ITO (1965) *Chem. Pharm. Bull.* 13: 93.
125. FURUYA, M. & A. W. GALSTON (1965) *Phytochemistry* 4: 285.
126. — A. W. GALSTON & B. B. STOWE (1962) *Nature* 193: 456.
127. — & R. G. THOMAS (1964) *Pl. Physiol. (Lancaster)* 39: 634.
128. GILL S. (1963) *Diss. Pharm.* 15: 241.
129. — (1963) *Diss. Pharm.* 15: 293.
130. GLYZIN, V. I., V. I. BYKOV & G. S. GLYZINA (1968) *Him. Prir. Soedin* 4: 382.
131. GLYZINA, G. S. & N. F. KOMISSARENKO (1967) *Him. Prir. Soedin* 3: 138.
132. GMELIN, R. (1962) *Z. Phys. Chem.* 327: 186.
133. — G. KJAER & P. OLESEN LARSEN (1962) *Phytochemistry* 1: 233.
134. GOLBERG, S. I. & R. F. MOATES (1967) *Phytochemistry* 6: 137.
135. GOTTLIEB, O. R. & M. T. MAGALHAES (1961) *J. Org. Chem.* 26: 2449.
136. GRIPENBERG, J. (1962) in T. A. GEISSMAN, *Chemistry of flavonoid compounds*: 406. Oxford.
137. GRISEBACH, H. (1968) in T. J. MABRY, R. E. ALSTON & V. C. RUNECKLES, *Recent advances in phytochemistry* 1: 379. Amsterdam.
138. GUPTA, S. B. (1968) *J. Chromatogr.* 36: 258.
139. — K. K. MALIK & T. R. SESHADRI (1966) *Indian J. Chem.* 4: 139.
140. GYORGY, P., K. MURATA & H. IKEHATA (1964) *Nature* 203: 870.
141. HANSEL, R. & J. KLAFFENBACH (1961) *Arch. Pharm. & Ber. Deutsch. Pharm. Ges.* 294: 158.
142. HAMMER, R. H. & J. R. COLE (1965) *J. Pharm. Sci.* 54: 235.
143. HARBORNE, J. B. (1960) *Nature* 187: 140.
144. — (1962) *Phytochemistry* 1: 203.
145. — (1962) *Arch. Biochem. Biophys.* 96: 171.
146. — (1962) *Chem. & Industr.* 1962: 222.
147. — (1963) *Experientia (Basel)* 19: 7.
148. — (1965) *Phytochemistry* 4: 107.
149. — (1965) *Phytochemistry* 4: 647
150. — (1966) in T. SWAIN, *Comparative phytochemistry*: 271. London.
151. — (1966) *Phytochemistry* 5: 111.
152. — (1967) *Comparative biochemistry of flavonoids.* London.
153. — (1969) *Phytochemistry* 8: 177.
154. — (1969) *Phytochemistry* 8: 1449.
155. — & E. HALL (1964) *Phytochemistry* 3: 421.
156. — & E. HALL (1964) *Phytochemistry* 3: 427.
157. HARNEY, P. M. & W. F. GRANT (1964) *Amer. J. Bot.* 51: 621.
158. HARPER, S. H., A. D. KEMP & W. G. E. UNDERWOOD (1965) *Chem. & Industr.* 1965: 562.
159. — A. D. KEMP & W. G. E. UNDERWOOD (1965) *Chem. Com.* 1965: 309.

160. HATTORI, S. (1962) in T. A. GEISSMAN, *Chemistry of flavonoid compounds*: 317. Oxford.
161. HAWTHORNE, B. J. & J. W. W. MORGAN (1962) *Chem. & Industr.* 1962: 1504.
162. HEGNAUER, R. (1956) *Arzneipflanzenumschau* 5: 638.
163. — (1958) *Pl. Med.* 6: 1.
164. HOERHAMMER, L. & H. WAGNER (1962) *Arzneimittel-Forsch.* 12: 1002.
165. — H. WAGNER & P. BEYERSDORFF (1962) *Naturwissenschaften* 49 B: 392.
166. — H. WAGNER & W. LEEB (1960) *Arch. Pharm. & Ber. Deutsch. Pharm. Ges.* 293: 264.
167. HSU, K. K. & W. H. HONG (1964) *Formosan Sci.* 18: 30.
168. HUTCHINSON, A. (1964) in: *The genera of flowering plants, Dicotyledons* 1: 221. Oxford.
169. JAIN, A. C., V. K. ROHATGI & T. R. SESHADRI (1967) *Tetrahedron* 23: 2499.
170. JAY, M. (1967) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 264: 1754.
171. — (1968) *Taxon* 17: 136.
172. — (1968) *Taxon* 17: 484, 490.
173. — (1969) *Trav. Lab. "La Jaysinia"* 3: 111.
174. — (1969) *J. Linn. Soc., Bot.* 62: 423.
175. — & P. LEBRETON (1965) *Bull. Soc. Bot. France, Mém.* [44]: 125.
176. JOHNSON, A. P. & A. PELTER (1966) *J. Chem. Soc.* 1966: 606.
177. — A. PELTER & M. BARBER (1964) *Tetrahedron Lett.* 1964: 1267.
178. — A. PELTER & P. STAINTON (1966) *J. Chem. Soc.* 1966: 192.
179. KARRER, W. (1958) *Konstitution und Vorkommen der organischen Pflanzenstoffe exclusive Alkaloide*. Basel & Stuttgart.
180. KHANNA R. N. & T. R. SESHADRI (1964) *Curr. Sci.* 33: 644.
181. KOEPPEN, B. H. (1962) *S. African J. Lab. Clin. Med.* 8: 125.
182. — & D. G. ROUX (1965) *Tetrahedron Lett.* 1965: 3497.
183. — & D. G. ROUX (1965) *Biochem. J.* 97: 444.
184. KOOIMAN, P. (1960) *Acta Bot. Neerl.* 9: 208.
185. KOWALEWSKI, Z. & H. KOWALSKA (1966) *Diss. Pharm.* 18: 615.
186. KUBOTA, T. & T. HASE (1966) *J. Chem. Soc. Japan, Pure Chem. Sect.* 87: 1206.
187. LAPININA, L. O. (1965) *Farm. Žurn.* 20: 57.
188. LAMER, E., E. MALCHER & J. GRIMSHAW (1968) *Tetrahedron Lett.* 1968: 1419.
189. LEBRETON, P. (1962) *Contribution à l'étude des flavonoïdes chez Humulus lupulus L. et autres Urticales*. Thèse, Lyon.
190. — K. R. MARKHAM, W. T. SWIFT, ILL OUNG-BORAN & T. J. MABRY (1967) *Phytochemistry* 6: 1675.
191. LETOUBLON, R. (1968) *Contribution à l'étude biochimique des Légumineuses*. Diplôme d'études supérieures, Lyon.
192. LEWIS, Y. S. & S. NEELAKANTAN (1964) *Curr. Sci.* 33: 460.
193. LIVINGSTON, A. L. & E. M. BICKOFF (1964) *J. Pharm. Sci.* 53: 1557.
194. — E. M. BICKOFF, R. E. LUNDIN & L. JURD (1964) *Tetrahedron* 20: 1963.
195. — S. C. WITT, R. E. LUNDIN & E. M. BICKOFF (1965) *J. Org. Chem.* 30: 2353.
196. LITVINENKO, V. I. (1963) *Farm. Žurn.* 18: 20.
197. — (1964) *Chem. Abstr.* 60: 6700.
198. — (1966) *Rastitel'n Resursy* 2: 531.
199. — & I. P. KOVALEV (1966) *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 169: 347.
200. — & I. P. KOVALEV (1967) *Him. Prir. Soedin* 3: 56.
201. — N. P. MAKSYUTINA & D. G. KOLESNIKOV (1963) *Žurn. Obščej Him.* 33: 4014.
202. — & G. V. OBOLENTZOVA (1964) *Med. Promyšl. SSSR* 18: 20.
203. LYMAN, R. L., E. M. BICKOFF, A. N. BOOTH & A. L. LIVINGSTONE (1959) *Arch. Biochem. Biophys.* 80: 61.
204. MABRY, T. J., J. KAGAN & H. ROESLER (1965) *Phytochemistry* 4: 487.
205. MAGALHAES, M. T. & O. R. GOTTLIEB (1961) *J. Org. Chem.* 26: 2449.
206. MAKSYUTINA, N. P. (1967) *Him. Prir. Soedin* 3: 226.
207. MALCHER, E. & E. LAMER (1967) *Acta Polon. Pharm.* 24: 339.
208. MALHOTRA, A., V. V. S. MURTI & T. R. SESHADRI (1967) *Curr. Sci.* 36: 484.
209. — V. V. S. MURTI & T. R. SESHADRI (1967) *Tetrahedron* 23: 405.

210. MARKHAM, K. R. & T. J. MABRY (1968) *Phytochemistry* 7: 791.
211. MATAS, L. C. (1959) *Farmacognosía* 19: 1.
212. MAXYUTIN, N. P. & V. I. LITVINENKO (1964) *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 154: 1123.
213. MCKENZIE, A. M. (1969) *Phytochemistry* 8: 1813.
214. MCMURRY, T. B. H. & C. Y. THENG (1960) *J. Chem. Soc.* 1960: 1491.
215. MELCHIOR, H. (1964) in: *Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien*, ed. 12, 2: 220. Berlin.
216. MENTZER, C. & O. FATIANOFF (1964, 1966, 1968) *Actualités de phytochimie fondamentale*, 3 vol. Paris.
217. METCALFE, C. R. & L. CHALK (1950) in: *Anatomy of the Dicotyledons* 1: 476. Oxford.
218. MONIAVA, I. & E. P. KEMERTELIDZE (1969) *Him. Prir. Soedin* 3: 178.
219. MUKERJEE, S. K., S. C. SARKAR & T. R. SESHADRI (1969) *Tetrahedron* 25: 1063.
220. — S. C. SARKAR & T. R. SESHADRI (1969) *Indian J. Chem.* 7: 1275.
221. MUMFORD, F. E., D. H. SMITH & J. E. CASTLE (1961) *Pl. Physiol. (Lancaster)* 36: 752.
222. MURTY, V. K., T. V. P. RAO & V. VENKATESWARLU (1967) *Tetrahedron* 23: 515.
223. NAIR, A. G. R. & S. S. SUBRAMANIAN (1962) *Curr. Sci.* 31: 155, 504.
224. NORRIS, F. A. & F. R. STERMITZ (1970) *Phytochemistry* 9: 229.
225. OCKENDON, D., R. E. ALSTON & K. NAIFEH (1966) *Phytochemistry* 5: 601.
226. OLIVEIRA, A. B., O. R. GOTTLIEB & W. D. OLLIS (1968) *Anais. Acad. Brasil. Ci.* 40: 147.
227. OLLIS, W. D. (1961) *Proc. Symp. Phytochem. Hong-Kong*: 128.
228. — (1962) in T. A. GEISSMAN, *Chemistry of flavonoid compounds*: 353. Oxford.
229. — (1966) *Experientia (Basel)* 22: 777.
230. — (1968) in T. J. MABRY, R. E. ALSTON & V. C. RUNECKLES, *Recent advances in phytochemistry* 1: 329. Amsterdam.
231. — H. J. LANDGRAF, O. R. GOTTLIEB & M. T. MAGALHAES (1964) *Anais. Acad. Brasil. Ci.* 36: 31.
232. — C. A. RHODES & I. O. SUTHERLAND (1967) *Tetrahedron* 23: 4741.
233. PARIS R. & A. CHARLES (1962) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 254: 352.
234. — & P. G. DELAVEAU (1965) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 260: 271.
235. — & P. G. DELAVEAU (1967) *Quart. J. Crude Drug. Res.* 7: 964.
236. — & S. ETCHEPARE (1964) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 258: 6003.
237. — & S. ETCHEPARE (1967) *Ann. Pharm. Franç.* 25: 343.
238. — & G. FAUGERAS (1963) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 257: 1728.
239. — & G. FAUGERAS (1965) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 260: 4105.
240. — & G. FAUGERAS (1965) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 261: 1761.
241. — & A. STAMBOULI (1961) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 252: 1659.
242. PECKET, R. C. (1959) *New Phytol.* 58: 182.
243. — (1960) *New Phytol.* 59: 138.
244. PELTER, A. & A. S. JOHNSON (1964) *Tetrahedron Lett.* 1964: 2817.
245. PERRIN, D. R. (1964) *Tetrahedron Lett.* 1964: 29.
246. — & W. BOTTOMLEY (1962) *J. Amer. Chem. Soc.* 84: 1919.
247. — & D. D. PERRIN (1962) *J. Amer. Chem. Soc.* 84: 1922.
248. PISLAROSU, N. & A. SAFTA-NISTORICA (1968) *Farmacia (Bucureşti)* 16: 219.
249. PLOUVIER, V. (1963) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 257: 4061.
250. — (1963) in T. SWAIN, *Chemical plant taxonomy*: 316. London.
251. — (1966) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 263: 439.
252. — (1967) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 265: 2120.
253. PRISTA, L. N. & A. C. ALVES (1962) *Garcia de Orta* 10: 93.
254. RAHMAN, W. & S. J. BEGUN (1966) *Naturwissenschaften* 53: 385.
255. RAMACHANDRA ROW, L. & B. C. JOSHI (1967) *Curr. Sci.* 36: 574.
256. — & C. V. REDDY SASTRY (1963) *Tetrahedron* 19: 1371.
257. RANGASWAMI, S. & V. S. IYER (1966) *Curr. Sci.* 35: 364.
258. RAO, V. S., K. K. REDDY & Y. NAYADAMMA (1968) *Austral. J. Chem.* 21: 2353.
259. RAO, M. M. & T. R. SESHADRI (1963) *Tetrahedron Lett.* 1963: 211.
260. RAYNDU, G. V. N. & S. RAJADURAI (1965) *Leather Sci.* 12: 301.

261. RAYNDU, G. V. N. & S. RAJADURAI (1965) *Leather Sci.* 12: 362.
262. REDDY, K. K. (1968) *Leather Sci.* 15: 171.
263. ROESLER, H., T. J. MABRY, M. F. CRANMER & J. KAGAN (1965) *J. Org. Chem.* 30: 4346.
264. — T. J. MABRY & J. KAGAN (1965) *Chem. Ber.* 98: 2193.
265. ROUX, D. G. & G. C. DE BRUYN (1963) *Biochem. J.* 87: 439.
266. — & E. PAULUS (1960) *Biochem. J.* 77: 315.
267. — & E. PAULUS (1961) *Biochem. J.* 78: 120.
268. — & E. PAULUS (1962) *Biochem. J.* 82: 320, 324.
269. RUSSEL, D. W. & A. W. GALSTON (1967) *Phytochemistry* 6: 791.
270. SAMBAMURTHY, K., S. RANGASWAMI & P. VERRASWAMY (1962) *Pl. Med.* 10: 173.
271. SASTRY, C. V. R., C. RUKMINI & L. R. ROW (1967) *Indian J. Chem.* 5: 513.
272. SAWHNEY, R. S. & C. K. ATAL (1968) *J. Indian Chem. Soc.* 45: 1052.
273. SCHLUNEGGER, E. & E. STEINEGGER (1970) *Pharm. Acta Helv.* 45: 147.
274. SCHULTZ, G. (1967) *Z. Pflanzenphysiol.* 56: 209.
275. SCHWARZ, J. S. P., A. J. COHEN, W. D. OLLIS, E. A. KACZKA & L. M. JACKMAN (1964) *Tetrahedron* 20: 1317.
276. SEELIGMANN, P. & A. KROPOVICKAS (1969) *Chem. Pl. Taxon. Newslett.* 13: 8.
277. SENEVIRATNE, A. S. & L. FOWDEN (1968) *Phytochemistry* 7: 1039.
278. SESHADRI, T. R. (1962) in T. A. GEISSMAN, *Chemistry of flavonoid compounds:* 6. Oxford.
279. SHARMA, R. C., A. ZAMAN & A. R. KIDWAI (1964) *Indian J. Chem.* 2: 83.
280. SHEVCHUK, O. I. (1967) *Dopov. Akad. Nauk Ukrajins'k. RSR* 29: 544.
281. SHIBATA, S., T. MURAKAMI, Y. NISHIKAWA & W. BUDIDARMO (1962) *Chem. Abstr.* 56: 3564.
282. — T. MURATA & M. FUJITA (1963) *Chem. Pharm. Bull.* 11: 372.
283. — & Y. NISHIKAWA (1963) *Chem. Pharm. Bull.* 11: 167.
284. SHIMOKORYAMA, M. (1962) in T. A. GEISSMAN, *Chemistry of flavonoid compounds:* 286. Oxford.
285. SIM, K. Y. (1969) *Phytochemistry* 8: 1597.
286. SIMON, J. P. & D. W. GOODALL (1968) *Austral. J. Bot.* 16: 89.
287. SPENCER, R. R., E. M. BICKOFF, R. E. LUNDIN & B. E. KNUCKLES (1966) *J. Agric. Food Chem.* 14: 162.
288. — B. E. KNUCKLES & E. M. BICKOFF (1966) *J. Org. Chem.* 31: 988.
289. STAMBOULI, A. & R. PARIS (1961) *Ann. Pharm. Franç.* 19: 435.
290. STEINEGGER, E. (1968) *Phytochemistry* 7: 849.
291. — & E. SCHLUNEGGER (1970) *Pharm. Acta Helv.* 45: 369.
292. — & F. SCHNYDER (1970) *Pharm. Acta Helv.* 45: 157.
293. SUBRAMANIAN, S. S. & S. NAGARAJAN (1967) *Indian J. Pharm.* 29: 311.
294. — & S. NAGARAJAN (1967) *Curr. Sci.* 36: 364.
295. — & S. NAGARAJAN (1967) *Curr. Sci.* 36: 403.
296. — & S. NAGARAJAN (1969) *Curr. Sci.* 38: 65.
297. — & A. G. R. NAIR (1963) *Indian J. Chem.* 1: 450.
298. SUGINOME, H. & T. IWADARE (1962) *Experientia (Basel)* 18: 163.
299. SZABO, V., R. BOGNAR, E. FARKAS & G. LITKEI (1967) *Acta Univ. Debrecen. Ludovico Kossuth, Ser. Phys. Chim.* 13: 129.
300. TAKHTAJAN, A. (1959) in: *Die Evolution der Angiospermen:* 224. Jena.
301. TAUBERT, P. (1891-1894) in A. ENGLER & K. PRANTL, *Die natürlichen Pflanzenfamilien* 3/3: 70. Leipzig.
302. TORCK, M., N. V. NGHIA & M. PINKAS (1969) *Pl. Méd. Phytothérap.* 3: 145.
303. TSCHIERSCH, B. (1961) *Flora* 150: 87.
304. TUTIN, T. C., V. H. HEYWOOD, N. A. BURGES, D. M. MOORE, D. H. VALENTINE, S. M. WALTERS & D. A. WEBB (1968) *Flora europaea*, vol. 2. Cambridge.
305. VAN DUUREN, B. L. (1961) *J. Org. Chem.* 26: 5013.
306. VENKATESWARLU, V. & T. V. PADMANABHA RAO (1964) *Curr. Sci.* 33: 175.
307. WAGNER, H., L. HOERHAMMER, G. HITZLER & L. FARKAS (1965) *Tetrahedron Lett.* 1965: 3849.

308. WEINGES, K. (1964) *Phytochemistry* 3: 263.
309. WOJCICKA, A. R. & J. MASSICOT (1965) *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 261: 4540.
310. WONG, E. (1961) *Chem. & Industr.* 1961: 1963.
311. — (1963) *J. Sci. Food Agric.* 13: 304.
312. — (1963) *Tetrahedron Lett.* 1963: 159.
313. — (1963) *J. Org. Chem.* 28: 2336.
314. — (1965) *Phytochemistry* 4: 89.
315. — (1966) *Phytochemistry* 5: 463.
316. — & M. FRANCIS (1968) *Phytochemistry* 7: 2123.
317. — P. I. MORTIMER & T. A. GEISSMAN (1965) *Phytochemistry* 4: 89.
318. YOKOYAMA, H. & M. J. WHITE (1965) *J. Org. Chem.* 30: 2481.
319. ZAPESOCHNAYA, G. G. & A. I. BAN'KOVSKII (1966) *Him. Prir. Soedin* 2: 2878.
320. ZEIJLEMAKER, F. C. J. (1969) *Phytochemistry* 8: 435.
321. — & A. M. MCKENZIE (1965) *Rep. Wattle Res. Inst. Univ. Natal.* 19: 57.
322. ZILG, H. & H. GRISEBACH (1969) *Phytochemistry* 8: 2261.

Adresse des auteurs: Département de biologie végétale, Service de phytochimie et phytophysiologie, Université de Lyon I, 43, boulevard du 11-Novembre, F-69 Villeurbanne.