

**THÈSE** *H. F. n. f. 168. 2.*

POUR LE

# DOCTORAT ÈS SCIENCES,

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE.

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS,

LE 31 JANVIER 1848,

Par **M. DOMINIQUE CLOS,**

Docteur en Médecine et Licencié es sciences des Facultés de Paris; Aide-Naturaliste au Muséum d'Histoire naturelle de Rouen  
Collaborateur, pour la partie botanique, à l'Histoire naturelle du Chili de M. GAY.



## BOTANIQUE.



### ÉBAUCHE DE LA RHIZOTAXIE,

OU

DE LA DISPOSITION SYMÉTRIQUE DES RADICELLES SUR LA SOUCHE :

SUIVIE

DE LA DÉTERMINATION DE LA VÉRITABLE NATURE DES RADICELLES.



PARIS,  
IMPRIMERIE DE BACHELIER,

RUE DU JARDINET, 12.

1848

# ACADÉMIE DE PARIS.

---

## FACULTÉ DES SCIENCES.

---

MM. DUMAS, Doyen,	}	Professeurs.
BIOT,		
FRANCOEUR,		
DE MIRBEL,		
PONCELET,		
POUILLET,		
LIBRI,		
STURM,		
DELAFOSSÉ,		
LEFÉBURE DE FOURCY,		
DE BLAINVILLE,		
CONSTANT PRÉVOST,		
AUGUSTE DE SAINT-HILAIRE,		
DESPRETZ,		
BALARD,		
MILNE EDWARDS,		
CHASLES,		
LE VERRIER,		
 	}	Agrégés.
DUHAMEL,		
VIEILLE,		
MASSON,		
PELIGOT,		
DE JUSSIEU,		
PAYER,		
BERTRAND,		

A

*la Mémoire de mon Père, le D<sup>r</sup> J.-A. Cloz.*

---

A nos illustres Maîtres,

MM. LES PROFESSEURS

**ACH. RICHARD, ADR. DE JUSSIEU, AUG. DE SAINT-HILAIRE,**

Membres de l'Institut, etc.,

*Qui nous honorent de leur bienveillance et de leurs conseils;*

**A M. DECAISNE, DE L'INSTITUT,**

**Et M. le Docteur POUCHET, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle de Rouen,**

*Qui nous ont fréquemment donné des marques d'un affectueux intérêt.*

*Qu'ils veuillent bien agréer l'expression publique  
de notre reconnaissance.*

*D. Cloz.*

# THÈSE DE BOTANIQUE.

---

## PREMIÈRE PARTIE.

# DE LA RHIZOTAXIE.

---

### EXPOSITION SOMMAIRE.

Nous nous proposons de démontrer dans ce travail :

1°. Que dans le grand embranchement des végétaux dicotylédonés, la disposition des radicelles sur la souche est soumise à des lois particulières toutes différentes de celles qui régissent l'arrangement normal de tous les autres organes de la plante.

2°. Que les lois de la Rhizotaxie, dans les Dicotylédonés, peuvent se formuler de la manière suivante :

1<sup>re</sup> LOI FONDAMENTALE. — *Dans toute racine, les radicelles sont toujours placées en lignes les unes au-dessus des autres: c'est la LOI DE SUPERPOSITION DES RADICELLES, loi générale et sans exception réelle.*

COROLLAIRE. — Il semble qu'une conséquence naturelle de la loi de superposition doit être la distribution des radicelles sur des lignes droites, et c'est, en effet, ce qui a lieu dans le plus grand nombre des cas; mais il arrive aussi fréquemment que ces lignes affectent une direction oblique. Nous prouverons, à propos du développement de la première loi, que *la direction oblique des lignes de radicelles, loin d'être essentielle, comme l'est la direction spirale pour les organes d'origine foliacée, est, au contraire, tout à fait accessoire et toujours subordonnée à la direction des fibres de la souche.*

2<sup>e</sup> LOI FONDAMENTALE. — *Le nombre des rangs de radicules est fixe pour une même famille, un même genre, une même espèce, un même individu : c'est la LOI DE FIXITÉ DANS LE NOMBRE DES RANGS DE RADICELLES.*

COROLLAIRE. — *Il y a une symétrie de famille, de genre, d'espèce, d'individu.* Puisque le nombre de rangs de radicules est fixe dans une famille, dans un genre, dans une espèce, dans un individu, si, avec M. A. de Saint-Hilaire, on définit la symétrie, l'ordre dans la disposition des parties, il en résulte que, dans la distribution des radicules sur la souche, il y a une symétrie pour chacun des divers degrés de la classification, à partir des familles jusqu'aux individus. Nous remplacerons ici le mot de symétrie par le mot *type*, et nous dirons qu'il y a un *type ordinal* ou de famille, un *type générique*, un *type spécifique*, un *type individuel*. Et si l'on voulait donner à cette proposition, déjà si générale, encore un plus grand degré d'extension, on n'aurait qu'à se rappeler combien sont distincts, sous le rapport des racines, les trois embranchements qui comprennent tout le règne végétal, et l'on serait en droit de dire qu'il existe un *type d'embranchement, de famille, de genre, d'espèce, d'individu.*

3<sup>e</sup> LOI FONDAMENTALE. — *Des divers groupes appelés familles, genres, espèces, les uns ont un type simple, les autres un double type.*

Lorsque, dans une famille, un genre, une espèce, le nombre de rangs de radicules est constamment le même, le *type* de cette famille, de ce genre, de cette espèce est un *type simple*. Nous dirons, au contraire, que ces divers groupes ont un *double type*, quand deux nombres seront nécessaires pour représenter la symétrie de leurs racines.

On pourrait peut-être regarder comme lois accessoires les propositions suivantes :

1<sup>re</sup> LOI ACCESSOIRE. — *Le nombre des rangs de radicules est un nombre pair ou impair compris entre 2 et 5. Il dépasse rarement ce dernier nombre, et jamais il n'est réduit à un : c'est la LOI DE DÉLIMITATION DU NOMBRE DES RANGS DE RADICELLES. Les nombres II, III, IV et V peuvent être appelés NOMBRES TYPIQUES.*

2<sup>e</sup> LOI ACCESSOIRE. — *L'intervalle qui sépare deux rangs voisins est, en général, originairement le même pour tous les rangs d'une même souche : c'est la LOI D'ÉGALITÉ D'INTERVALLE ENTRE LES RANGS DE RADICELLES.*

3<sup>e</sup> LOI ACCESSOIRE. — *L'angle que font les radicelles avec la souche est, en général, à peu de chose près le même pour une famille, pour un genre, pour une espèce, pour un individu : c'est la LOI DE CONSTANCE DANS L'ANGLE D'ÉMERGENCE.*

Telles sont les six lois à la connaissance desquelles nous ont conduit l'observation et la comparaison de plusieurs milliers de faits. C'est à leur développement que va être consacré le reste de ce travail. Mais avant d'aborder ce sujet, nous pensons que, pour suivre une marche logique, il n'est pas inutile de dire un mot de l'état actuel de la science sur le point qui nous occupe; après quoi, nous passerons à l'exposé des faits qui nous ont permis de généraliser les résultats ci-dessus énoncés. Prenant une à une toutes les familles du règne végétal qu'il nous a été donné d'examiner, nous signalerons dans chacune d'elles les caractères rhizotaxiques propres, soit à elles-mêmes, soit à leurs genres, soit aux espèces, soit aux individus. Ce sera la partie analytique de ce Mémoire, à la suite de laquelle nous serons plus à même de traiter des lois rhizotaxiques avec l'extension qu'elles comportent, et en nous appuyant sur des exemples déjà connus.

Au début de ce travail, nous croyons qu'il n'est pas hors de propos de justifier les termes que nous avons adoptés, ou d'en bien préciser le sens.

Bien qu'avec la plupart des botanistes, nous soyons convaincu de la nécessité qu'il y a de restreindre plutôt le cadre déjà si vaste de la nomenclature botanique que de l'augmenter, cependant le mot de *phyllotaxie* ayant reçu la sanction générale, et parce qu'il est court, et parce qu'il peint à merveille à l'esprit la partie de la science qu'il désigne, nous osons proposer avec confiance le mot de *rhizotaxie*, qui nous paraît jouir des mêmes avantages, et qui désigne aussi une partie de la science parfaitement distincte et en quelque sorte parallèle à la première.

Pour indiquer quelle est la symétrie d'une famille, d'un genre, etc., nous dirons que telle famille, tel genre, etc., offre le *type II ou binaire*, *III ou ternaire*, etc.; ce qui signifie que chez tous les membres de cette famille, de ce genre, etc., la souche porte deux, trois, etc., rangs de radicelles. Nous aurons en vue encore ce même arrangement des radicelles, lorsque nous nous servirons des mots *disposition distique*, *tristique*, etc., mots qui ont cours dans la science pour peindre la superposition des feuilles, et que nous emploierons ici concurremment avec le mot *type*, afin de rendre le discours moins monotone.

Nous prendrons ici le mot de *racine* dans son acception la plus vaste et la plus universellement adoptée, en comprenant sous ce nom toute cette partie du végétal qui, plongée dans le sol, croît en sens inverse de la tige. Des deux parties bien distinctes qui la constituent, l'une, celle qui fait suite à la tige, dont elle ne paraît être que la continuation, a été indifféremment appelée *caudex descendant*, *maîtresse-racine*, *corps de la racine*, *pivot* et *souche*. Nous préférons ce dernier mot, proposé par notre savant maître M. Ach. Richard, et parce qu'il est plus court que les deux premiers, et parce qu'il a sur le mot *pivot* l'avantage de ne pas indiquer une disposition particulière du corps de la racine. Quant à l'autre partie des racines, nous adopterons le mot de *radicelles* comme étant le plus en usage.

## CHAPITRE I<sup>er</sup>. — *Historique.*

Ce chapitre n'est pas susceptible de grands développements, car jusqu'ici la science ne possède ni théories ni faits qui aient rapport à l'arrangement des radicelles. Quelques phrases empruntées à quelques-uns des ouvrages les plus capitaux de notre époque vont confirmer cette assertion : « La partie » à laquelle on donnera sans hésiter le nom de racine s'enfonce dans la » terre..., et ses ramifications sont toujours ou presque toujours disposées » sans ordre. » AUG. SAINT-HILAIRE, *Morph. vég.*, p. 80. « Absque ordine » hinc inde sparsæ (radices) in trunco ramisque emergunt et a soli condi- » tione pendet ubinam nascantur.... Nulla igitur pars in planta reperitur tam » inconstans, tam variabilis, quam radix. » LINK, *Elem. Phil. Bot.*, 2<sup>e</sup> éd., t. I, p. 354. « La ramification des racines, lorsqu'elle a lieu, est donc toute diffé- » rente de celle des tiges, et soumise à d'autres lois qu'on ne connaît pas » encore, tant elle paraît irrégulière. » AD. DE JUSSIEU, *Élém. de Bot.*, p. 98. Enfin, dans une de ses leçons verbales, toujours si riches de faits, M. Ad. Brongniart s'exprimait ainsi sur ce sujet en 1844 : « En général, les racines » secondaires se développent irrégulièrement; cependant, dans les plantes » aquatiques, elles ont une certaine symétrie : ce qui ferait croire que l'irrég- » ularité des radicelles, dans la plupart des plantes, n'est due qu'à la gêne » que le sol fait éprouver à leurs racines. »

On verra, dans le cours de ce travail, combien étaient fondées les prévisions des deux savants professeurs que nous citons en dernier lieu. Mais il n'en est pas moins étrange que l'attention des botanistes ne se soit pas

encore portée dans cette direction. Il semble que c'est surtout dans les auteurs qui se sont occupés de l'étude des caractères extérieurs des plantes en germination que l'on doit s'attendre à trouver quelque chose sur la disposition des radicelles; néanmoins il n'en est nullement question, ni dans JAUME SAINT-HILAIRE (*Discours sur la germination des plantes*), ni dans de Candolle, ni dans Tittman, bien que ces deux derniers physiologistes aient figuré un très-grand nombre de plantules, l'un dans son beau *Mémoire sur les Légumineuses*, l'autre dans un écrit spécial sur la germination (*die Keimung der Pflanzen*, 1821). C'est dans les œuvres de Bonnet qu'il faut aller chercher le seul fait détaillé que, du moins à notre connaissance, la science possède sur cette matière. Dans le *cinquième Mémoire des Recherches sur l'usage des feuilles*, Gotting., 1754, p. 307, cet auteur s'exprime ainsi, au sujet de l'arrangement qu'offraient les radicelles de *haricots* qui avaient germé dans l'eau :

« Ces radicules, semblables à de très-petites épines, étaient distribuées comme les divisions de la maîtresse-racine, sur quatre lignes exactement parallèles et à égales distances les unes des autres. Quelquefois ces lignes montaient en spirales autour de l'axe de la tige. Les intervalles compris entre les radicules d'une même rangée n'étaient pas partout les mêmes, et ces variétés ne m'ont paru soumises à aucun ordre constant.... » Il ajoute qu'il a retrouvé ce même arrangement, à quelques variétés près, dans les racines du *pois*, de la *fève*, du *sarrasin*; qu'il a aussi observé les racines des *amandiers nains*, mais qu'elles ne lui ont rien offert de régulier.

Duhamel aussi, dans sa *Physique des arbres*, t. I, p. 91, s'est occupé de cette question. Voici les passages qui y ont trait :

« Quand on aura vu dans la suite que toutes les branches d'une même espèce d'arbre, et souvent du même genre, observent un ordre régulier et uniforme dans leurs divisions, on désirera sans doute de savoir si la même observation ne pourrait pas se faire sur les racines des arbres....

» Je pensais d'abord que les ramifications des racines offraient quelque chose de régulier, mais je n'ai pu me confirmer dans ce sentiment par des observations suivies. Les racines des *érables* et des *frênes* ne sont point opposées comme le sont leurs branches....

» Les observations que M. Bonnet a faites sur les racines des *amandiers* m'ont totalement fait abandonner le préjugé que j'avais sur ce sujet; mais je dois dire que quand bien même il serait prouvé que les racines des arbres ne suivent dans leur développement aucun ordre régulier, il paraît cependant qu'il n'en est pas de même de toutes les plantes. » L'auteur rapporte ici les expériences déjà citées de Bonnet sur les *haricots*.

CHAPITRE II. — *Des caractères extérieurs que présentent les racines considérées dans la plupart des familles naturelles de l'embranchement des Dicotylédones.*

OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES.

Dans l'exposé qui va suivre des familles végétales d'après la méthode naturelle, tout en accordant une bien plus grande attention aux caractères rhizotaxiques, objet principal de notre travail, nous croyons devoir signaler aussi tous ceux qui peuvent se tirer de l'aspect extérieur des racines. Ceux-ci comprendront la force, la longueur et la direction de la souche; la force et la longueur absolue et relative des radicules; leur direction droite ou flexueuse; leur plus ou moins grand degré de rapprochement; enfin la couleur. Mais, nous le répétons, cette partie n'est en quelque sorte ici qu'accessoire et d'une importance tout à fait secondaire.

En tête de chaque famille, nous indiquerons le type propre à celle-ci par un chiffre romain: c'est ainsi que les mots *type ordinal II*, placés à côté du nom de famille *Papavéracées*, signifient que toutes les plantes de ce groupe ont un type ordinal simple, et que leur symétrie consiste dans la présence de deux rangs de radicules sur la souche. Les mots *double type ordinal II-IV*, adnexés au titre d'une autre famille, font connaître que dans celle-ci on observe tantôt deux, tantôt quatre rangs. Nous commençons par quelques considérations sur les caractères rhizotaxiques de la famille, après quoi nous énumérons, soit les genres, soit les espèces qui nous ont offert tel ou tel type, en marquant même quelquefois par un chiffre placé entre parenthèses, à la suite des genres, le nombre d'espèces; à la suite des espèces, le nombre d'individus observés. Lorsqu'une famille présente une telle uniformité de type, qu'elle ne nous a montré aucune exception (*Papavéracées. Crucifères*), nous nous bornons à signaler les genres sur lesquels a porté notre examen; mais y a-t-il quelque exception dans un genre ou une espèce (*Borraginées*), nous ne manquons pas de la noter. Dans les familles qui n'ont pas de type ordinal, les noms génériques sont toujours suivis de tous ceux des espèces observées. Toutes les plantes placées à la suite d'un chiffre romain, à quelque genre qu'elles appartiennent, se rapportent au type que ce chiffre représente. — Le point ? précédant immédiatement une espèce ou un genre, indique que nous conservons des doutes sur le nombre des rangs

assignés à cette espèce ou à ce genre. Ce même point, mis après une espèce, signifie que la détermination de celle-ci est douteuse.

Comme il est des cas où la détermination exacte du nombre des rangs de radicelles offre de grandes difficultés, et qu'il en est d'autres où elle est importante à connaître, soit parce que l'espèce ou le genre chez lesquels on observe cette disposition se présentent, sous ce rapport, comme exceptions, soit parce que l'existence de tel ou tel type aide à confirmer des affinités déjà connues, nous ferons suivre certaines espèces du signe affirmatif ! pour donner à entendre que le nombre de rangs indiqué dans celles-ci a été bien sûrement constaté.

C'est ici le lieu de prévenir que le nombre de rangs que nous assignons à chaque espèce peut bien n'avoir rien d'absolu; que lorsque, par exemple, nous signalons la disposition tristique dans le *Parietaria abyssinica*, rien ne s'oppose à ce que l'observation ultérieure d'un plus grand nombre d'individus de cette espèce fasse reconnaître, dans les uns trois, dans les autres quatre rangs; et alors, au lieu de dire que le type simple de cette espèce est III, on dira que son double type est III-IV.

Nous croyons encore devoir énumérer ici les familles sur la vraie rhizotaxie desquelles nous conservons des doutes, et qui demandent le plus à être étudiées, soit sur des plantes adultes, soit, et de préférence, sur les plantes en germination. Ce sont : les *Renonculacées*, les *Linées*, les *Polygalées*, les *Ficoïdes*, les *Crassulacées*, les *Portulacées*, les *Saxifragées*, les *Plombaginées*, les *Nyctaginées*, les *Globulariées*, les *Campanulacées*, les *Primulacées*.

**Renonculacées** : Type ordinal nul ou non déterminé.

Il nous est impossible de rien dire de général sur la rhizotaxie de cette famille. N'y aurait-il dans certains genres que des types spécifiques, comme semblent l'indiquer les résultats fournis par le genre *Nigella*, tandis que d'autres genres (*Delphinium*, *Adonis*) auraient un type générique bien caractérisé? C'est ce qu'il n'est pas encore permis de décider d'une manière péremptoire. Nous ne dirons rien du genre *Ranunculus*, dont toutes les espèces nous ont offert des racines fasciculées. Un examen superficiel fait croire souvent à l'existence de trois rangs dans les *Adonis*; mais, par une observation attentive, nous avons acquis la presque certitude qu'il n'y en a réellement que deux. L'angle d'émergence est habituellement droit.

TYPES : II *Delphinium divaricatum*, *hellesponticum*, *tomentosum*, *trigonelloides*, *virgatum*, *cardiopetalum*, *Ajacis*. — *Adonis festivalis* (9), *autumnalis*, *flava*, *ano-*

*mala*. — *Isopyrum fumarioides*. — *Nigella fœniculacea, persica* (2); III *aristata bicolor*; IV *orientalis, damascena, elata, oxyptata*; III-IV *hispanica* (1 pied 3 rangs, 3 pieds 4 rangs.); II-III-IV *arvensis* (le plus souvent 4 rangs.). — III *Garidella nigellastrum*. — *Anemone nemorosa* (quelquefois 4 rangs?). — IV *Zanthorhiza*....

La souche est grêle, pivotante, de longueur variable, présentant quelquefois (certains *Adonis*) des tubercules noirâtres, desquels partent les radicelles. Celles-ci sont assez rapprochées, courtes et presque égales. La couleur est jaune, grise ou noire.

### **Fumariacées** : *Type ordinal II.*

La disposition distique s'est constamment montrée sur un grand nombre d'espèces appartenant aux genres *Fumaria* et *Corydalis*, ainsi que chez le *Sarcocapnos enneaphylla*. Il est assez fréquent de voir sur les souches de ces plantes, lorsqu'elles sont âgées, deux sillons opposés, quelquefois à direction oblique, qui parcourent celles-ci dans toute leur étendue, et desquels partent les radicelles à angle droit.

La souche est longue, pivotante, très-simple, de force moyenne, remplie de sucs; d'abord blanche, puis roussâtre ou brunâtre. Les radicelles sont rapprochées, tantôt fasciculées et très-courtes, tantôt isolées et de longueur moyenne.

### **Papavéracées** : *Type ordinal II.*

Tout ce qui vient d'être dit des *Fumariacées* est applicable à cette famille, à l'exception des deux sillons de la souche qui y sont plus rares. Nous n'avons pas pu noter une seule exception au type binaire dans les genres *Papaver*, *Argemone*, *Escholtzia*, *Glaucium*, *Chelidonium*, *Rœmeria*, *Hypecoum*, *Bocconia*.

La souche devient parfois très-forte et charnue. Les radicelles, le plus souvent très-grêles et fasciculées, sont, au contraire, assez longues et naissent isolément dans les genres *Chelidonium* et *Hypecoum*.

### **Crucifères** : *Type ordinal II.*

Toutes les plantes de cette vaste famille nous ont offert deux rangs opposés de radicelles, affectant quelquefois la direction oblique, surtout sur certains pieds âgés (*Sisymbrium Sophia*, *Iberis*, *Capsella*); ce qui peut faire croire, au premier abord, à l'existence de trois ou quatre rangs, et le développement inégal de quelques fibres vient souvent encore aider à cette cause d'erreur. Mais la décortication fait toujours reconnaître l'uniformité de type

dans cette famille. L'angle d'émergence est le plus souvent droit, quelquefois aigu.

TYPE II : *Matthiola*, *Turritis*, *Cardamine*, *Alyssum*, *Thlaspi*, *Iberis*, *Biscutella*, *Erysimum*, *Sisymbrium*, *Camelina*, *Capsella*, *Lepidium*, *Isatis*, *Brassica*. *Sinapis*, *Bunias*, *Seneciera*.

La souche est pivotante, tantôt grêle, tantôt charnue, ordinairement longue, se divisant quelquefois en branches à sa partie inférieure. La longueur des radicelles varie, et leur développement est assez fréquemment en raison inverse de celui de l'axe; elles sont égales ou plus souvent inégales. La couleur varie du blanc au jaune.

#### **Capparidées** : Type ordinal non déterminé.

Nous avons fait de vains efforts pour arriver à connaître avec certitude le vrai type de cette famille. Dans deux ou trois espèces de *Cleome*, nous avons bien constaté l'existence de la disposition tétrastique; mais, sur d'autres espèces du même genre, nous n'avons vu que trois rangs ou même deux; et, dans certains cas, ces deux derniers nombres nous ont paru originaires, c'est-à-dire, qu'on n'avait aucune raison pour supposer l'avortement d'un des rangs ou la fusion de deux rangs voisins. Le type nous a même paru varier dans les individus d'une même espèce. L'étude de la germination des plantes de cette famille pourra seule fixer sur leurs vrais caractères rhizotaxiques. L'angle d'émergence est tantôt droit, tantôt aigu.

TYPES : IV *Polanisia icosandra* et une autre espèce indéterminée!; III *trachysperma*; II *graveolens*, autre indéterm. — *Cleome virgata*, *flexuosa*!, ?*macrophylla*, deux autres indéterm. — III trois espèces indéterm.; IV *integrifolia*!, cinq espèces indéterm.; II-IV *dodecaandra*.

La souche est pivotante, assez longue et de grosseur moyenne, rarement droite, ordinairement incurvée et subtortueuse. Les radicelles sont égales et de longueur médiocre ou inégales, les inférieures beaucoup plus développées, parfois toutes tournées du même côté. La couleur est un jaune plus ou moins blanchâtre.

#### **Géraniacées** : Type ordinal II.

Nous n'avons pas observé une seule exception à la disposition distique des radicelles, sur un grand nombre de plantes appartenant aux genres

*Geranium*, *Erodium* et *Monsonia*; la direction oblique n'est pas rare dans les deux premiers. L'angle d'émergence est ouvert.

La souche est pivotante, souvent grêle, blanchâtre, rousse ou jaune; les radicelles sont tantôt toutes égales et assez courtes, et tantôt inégales.

#### **Linées** : *Point de type ordinal.*

L'état très-grêle de la souche, dans la plupart de ces plantes, ne permet que rarement d'arriver à une détermination certaine. Est-ce à cette cause qu'il faut attribuer la variabilité de nos résultats, ou bien n'y a-t-il réellement, dans cette famille, que des types spécifiques et individuels? L'angle d'émergence est droit.

TYPES : II *Linum virgatum*; III *Leonii*; II-III *gallicum*, *perenne*; II-IV *temi-folium*, *catharticum*, *strictum*; IV *nodiflorum*, *squamulosum*!, *virgultorum*, *decumbens*, *austriacum*, *hirsutum*, *montanum*, *usitatissimum* (dans ce dernier et le *L. strictum*, nous avons noté quelquefois cinq rangs près du collet). — III-IV *Radiola linoides*.

La souche est pivotante, courte ou plus ou moins longue, présentant souvent des flexuosités, et c'est encore là une difficulté pour la détermination du nombre des rangs. Les radicelles sont égales ou inégales, de longueur moyenne; quelquefois elles manquent. La couleur est blanche ou jaunâtre.

#### **Oxalidées** : *Type ordinal IV?*

La disposition tétrastique est, sans contredit, celle qui prédomine dans les *Oxalis*; nous l'avons observée sur le plus grand nombre d'espèces de ce genre, et entre autres sur les *O. stricta* et *acetosella*; mais quelquefois le nombre de rangs est porté à cinq, ou bien réduit à deux ou à trois. L'angle d'émergence est droit.

La souche est quadrilatère, renflée à son extrémité, et les radicelles se prolongent sur la base des tiges; elles sont très-rapprochées, de longueur variable, égales ou inégales; leur couleur est souvent rougeâtre, tandis que celle de la souche est blanche.

#### **Balsaminées** : *Type ordinal IV.*

Cette disposition s'est montrée constante dans toutes les espèces du genre *Impatiens* que nous avons observées. L'angle d'émergence est presque ouvert.

La souche est courte et charnue; les radicules, courtes aussi, sont très-rapprochées et comme imbriquées, égales en force et en longueur. Quelquefois celles de deux des rangs opposés sont plus développées. La couleur varie du blanc au rougeâtre.

**Résédacées** : *Type ordinal II.*

On observe constamment dans cette famille deux rangs de radicules qui affectent souvent une direction oblique, et qui, à leur origine, répondent ordinairement à l'insertion des cotylédons. L'angle d'émergence est droit. La présence du type binaire a été constatée sur un très-grand nombre d'espèces du genre *Reseda*, sur l'*Astrocarpus sesamoides* et le *Caylusea canescens*.

La souche est longue, pivotante; les radicules sont, pour la plupart, rapprochées, très-courtes et presque égales; mais les inférieures sont fréquemment plus fortes et plus longues. La couleur est blanche.

**Sauvagesiées** : *Type ordinal V.*

Nous avons noté le type quinaire sur deux espèces indéterminées, appartenant aux genres *Sauvagesia* et *Lavradia*. L'angle d'émergence est aigu, mais ouvert.

La souche est pivotante, noirâtre. Les radicules, assez fortes, sont de longueur moyenne, égales ou inégales.

**Frankéniacées** : *Type ordinal II.*

La présence de deux rangs de radicules a été constatée sur les *Frankenia capitata*, *hispida*, *pulverulenta* et autres; nous pensons que c'est une disposition générale dans ce genre. Angle d'émergence...?

La souche est longuement pivotante, rougeâtre, et présente deux sillons droits ou légèrement obliques, desquels naissent les radicules; celles-ci sont ordinairement tout à fait rudimentaires et par petits fascicules.

**Paronychiées** : *Double type ordinal II-IV.*

La disposition distique est la plus fréquente; elle paraît même caractériser à elle seule certains genres. Peut-on en dire autant du nombre IV? Nous l'avons observé seul aussi dans quelques genres, mais les espèces de ceux-ci n'étaient pas assez nombreuses pour permettre d'avoir une certitude à cet égard. Dans un grand nombre des plantes de cette famille, les radicules,

après avoir été sur deux des faces de la souche, dans la partie supérieure de celle-ci, se trouvent plus bas, par suite d'un contournement oblique, sur les deux autres faces. L'angle d'émergence est droit ou plus ou moins aigu.

TYPES : II *Corrigiola littoralis* (8)!. — *Buffonia perennis*, *tenuifolia*, *annua*. — *Minuartia campestris*, *dichotoma*. — *Anychia dichotoma*. — *Herniaria glabra*, *hirsuta*, *alpina*. — II-IV *Paronychia*. — *Scleranthus annuus*, *perennis*. — *Polycarpon tetraphyllum*. — IV *Læfflingia hispanica*. — *Pollychia* indéterminé. — ? *Ortegia*.

La souche est grêle, pivotante, simple. Les radicules, plus ou moins rapprochées, sont ordinairement assez courtes, égales ou inégales. La couleur est jaune ou d'un blanc jaunâtre.

#### **Caryophyllées** : Double type ordinal II-IV.

Bien que nous soyons certains d'avoir observé la disposition di-tétrastique, cependant le type binaire est de beaucoup le plus commun, et l'on pourrait peut-être même dire qu'il est essentiel dans la famille : car, d'une part, il est seul caractéristique de certains genres, tandis qu'il n'est pas un seul genre où le type quaternaire existe seul ; et, d'autre part, dans les genres qui offrent un double type, le nombre II est de beaucoup le plus fréquent. Lorsqu'il y a quatre rangs, deux d'entre eux sont souvent bien plus marqués. Le contournement oblique des lignes de radicules n'est pas rare dans la famille. L'angle d'émergence est ouvert.

TYPES : II *Lychnis dioica*, *læta*, *corsica*, *syvestris*, *alpina*. — *Silene pendula*, *nocturna*, *noctiflora*, et plusieurs autres ; II-IV *antirrhina*, *conica*, *conoidea* ; IV *armeria*, *gallica*. — II-IV *Gypsophila muralis*, *elegans*, *rigida*. — *Saponaria vaccaria*. — II *Agrostemma coronaria* ; II-IV *parviflora*. — *Githago segetum*. — *Alsine glomerata*, *media*. — *Holosteum umbellatum*. — *Cerastium pentandrum*, *semidecandrum*, *glomeratum*. — *Arenaria rubra*, *setacea*, *serpyllifolia* ; II-IV *tenuifolia* ; IV *gouffeia*. — II *Spergula arvensis*, *pilifera* ; IV *nodosa*, *saginoidea*.

Dans la tribu des *Silénées*, la souche est de grosseur moyenne, pivotante, en général longue et blanchâtre. Dans la tribu des *Alsinées*, elle est grêle, quelquefois courte, avec des radicules souvent aussi longues qu'elle, égales ou inégales. La couleur est blanche.

#### **Portulacées** : Double type ordinal II-IV?

Nous conservons des doutes sur le vrai type de cette famille ; car sur beaucoup d'espèces des genres *Portulaca* et *Talinum*, nous n'avons pas pu déter-

miner d'une manière certaine le nombre des rangs de radicules. L'angle d'émergence est ouvert.

TYPES : IV *Portulaca tuberosa*; II-IV *pilosa, oleracea* (sur 10 pieds 2 rangs, sur 6 pieds 4 rangs). — II *Talinum* et *Calandrina*, mais souvent avec traces de 2 autres rangs.

La souche est grisâtre, blanchâtre ou jaunâtre, grêle ou charnue. Les radicules, de longueur moyenne ou courtes, sont souvent égales.

### **Chénopodées** : Point de Type ordinal.

Il y a bien certainement dans ce groupe prédominance des nombres IV et II, mais on ne peut regarder ceux-ci comme types de la famille; car nous y avons sûrement constaté, dans plusieurs cas, la présence du nombre III. Ce dernier se trouve associé aux deux premiers dans quelques genres, mais il n'est jamais à lui seul type générique. Les genres *Beta* et *Echinopsilon* ne nous ont paru avoir qu'un type simple; mais peut-être, comme cela nous est arrivé pour les genres *Salsola* et *Spinacia*, l'examen d'une ou de plusieurs espèces non observées par nous viendra-t-il y déceler l'existence de deux ou trois nombres au lieu d'un seul. En résumé, les *Chénopodées* nous présentent des types génériques, spécifiques et individuels. L'angle d'émergence est droit. Dans quelques espèces (*Salsola soda* et *Beta indéterminé*), les deux rangs ont une direction oblique; dans d'autres (*Kochia monticola*), ils se trouvent dans deux sillons de la souche. Dans le *Spinacia oleracea*, le nombre de ces sillons est de quatre, bien qu'il n'y ait que deux rangs de radicules.

TYPES : II *Beta procumbens, marina!*, *patula, indéterminé*. — *Spinacia oleracea!*, *tetrandra!*; IV *fera*. — *Kochia scoparia, arenaria!*; II *monticola!*. — *Echinopsilon hyssopifolium, muricatum!*. — *Cyclolepis platyphylla*. — *Salsola soda!*; IV *collina, Kali, tragus, inermis*. — *Sueda indéterminé!*. — *Salicornia arabica, virginica, Buxbaumii, indica, fruticosa*; III *radicans*; III-IV *herbacea*. — IV *Atriplex littoralis* (2)!, *marina* (2)!, *hastata* (2); II *rosea, indéterminé*; II-IV *patula*; III-IV *hortensis*. — IV *Chenopodium polyspermum* (3), *album* (5), *vulvaria* (3); III *bonus-henricus*; II-IV *botrys*.

La souche est pivotante, longue et souvent charnue, blanche ou rougeâtre. Les radicules, ordinairement très-rapprochées, sont de longueur moyenne ou très-courtes, souvent égales.

**Polygonées** : Double type ordinal III-IV.

Le nombre IV est de beaucoup le plus fréquent, et l'on pourrait peut-être même le regarder comme le type de la famille, en considérant comme exception la présence du nombre III dans quelques genres. L'angle d'émergence est droit. Dans le genre *Rumex*, on voit parfois les rangs de radicules suivre une direction oblique.

TYPES : IV *Polygonum incanum!*, *lapathifolium* (2), *persicaria* (2), *articulatum*, *divaricatum*, *tataricum!*, *fagopyrum!*; III-IV *aviculare*, *convolvulus*; III *orientale*, *tinctorium*. — IV *Chorisanthe* indéterminé. — *Emex spinosus* (quelquefois le nombre de rangs est réduit à 2). — *Rumex obtusifolius*, *crispus?*, *acetosa*; III espèce indéterminée.

La souche est longuement pivotante, plus rarement courte; tantôt grêle, tantôt charnue, droite ou flexueuse. Les radicules sont ordinairement très-rapprochées et de longueur variable, égales ou inégales. La couleur est blanche, rougeâtre, rousse ou brunâtre.

**Amaranthacées** : Double type ordinal IV-II?

Nous pensons que c'est par erreur que, dans nos premières observations, nous avons noté le nombre III dans le *Polycnemum arvense* et les *Amaranthus sylvestris* et *retroflexus*; car un nouvel examen de ces mêmes espèces nous a montré dans celles-ci la disposition tétrastique, et dans la première deux rangs contournés obliquement. S'il en était ainsi, les nombres II-IV caractériseraient bien cette famille, dont certains genres (*Celosia*) auraient un type simple, tandis que d'autres offriraient un double type. L'angle d'émergence est droit.

TYPES : II *Celosia spathulata*, *trigyna*, *argentea*, *achyranthacea*. — *Amaranthus blitum*, *sylvestris*, *carum* et deux espèces indéterminées; IV *retroflexus*, *purpureus*, *spinosus*, et trois espèces indéterminées. — *Gomphrena globosa*. — *Digera* indéterminé. — *Polycnemum oppositifolium*, *sibiricum*, *arvense*, un indéterminé.

La souche, quelquefois courte, est ordinairement longue et pivotante. Les radicules, souvent très-rapprochées, sont de longueur moyenne, égales ou inégales. La couleur est blanche ou rose.

**Phytolaccées** : *Double type ordinal II-IV.*

Le nombre IV s'est constamment montré dans le petit nombre de plantes de cette famille que nous avons examinées, à l'exception du *Semonvillea chenopodioides*, chez lequel nous avons noté avec doute la présence de deux rangs. L'angle d'émergence est droit ou aigu.

TYPES : IV *Gieseckia pharnacoides*. — *Microtea debilis*, et une autre espèce — *Rivina humilis*, et autres espèces. — II? *Semonvillea chenopodioides*.

La souche est pivotante et longue, grêle ou forte, grise ou jaunâtre. Les radicules sont grêles, égales, de longueur moyenne.

**Urticées** : *Point de type ordinal?* — *Prédominance des nombres II-IV.*

On serait peut-être en droit d'assigner pour type à la famille les nombres II-IV, car ils sont de beaucoup les plus fréquents, le nombre III, qui s'est présenté dans deux espèces de *Parietaria*, pouvant être regardé comme accidentel. Nous avons aussi noté avec doute ce dernier nombre dans le *Cannabis sativa*, mais une très-jeune plante de ce genre nous a offert bien évidemment la disposition tétrastique. Dans les *Urtica pilulifera* et *pumila*, nous avons remarqué le rapprochement, tantôt des quatre rangs deux à deux, et tantôt seulement de deux d'entre eux; et l'on conçoit que ce rapprochement puisse être tel, que les deux rangs se confondent en un seul: de là la présence de deux ou trois rangs au lieu de quatre. Sur un pied d'*Urtica Dodarti*, au milieu de l'espace qui séparait deux rangs bien marqués, et de chaque côté, se trouvait une radicule, indice de la tendance à la production de quatre rangs. L'angle d'émergence est droit ou aigu.

TYPES: IV *Elatostemma indéterminé*. — *Urtica pumila*, *pilulifera*; II *membranacea*!, *urens*!; ? *Dodarti*, *rhombea*. — II-IV *Forskohlea angustifolia*!. — III *Parietaria abyssinica*; II-III *officinalis*; IV *appendiculata*, *ocimifolia*, *pensylvanica*.

La souche, rarement courte, est ordinairement longue, pivotante, tortueuse, blanchâtre, jaune ou rougeâtre; les radicules, très-rapprochées et de longueur variable, sont égales ou inégales.

**Euphorbiacées** : *Type ordinal IV?*

La disposition tétrastique s'est montrée dans tous les genres de cette famille examinés par nous: mais, dans le *Mercurialis annua*, il paraît souvent n'y avoir que deux ou trois rangs. Les *Poranthera* offrent tantôt deux, tantôt

quatre rangs. Le nombre IV paraît être aussi le type des *Microstachys*; mais sur une espèce de ce genre nous avons compté cinq rangs vers le haut de la souche et quatre plus bas. Dans un *Tragia* indéterminé, les quatre rangs émanaient de quatre sillons à direction légèrement oblique. L'angle d'émergence est droit.

**TYPES :** IV *Euphorbia dentata, platyphyllos, falcata, verrucosa, sylvatica, segetalis, exigua, lathyris*. — *Tragia mercurialis, indéterminé!*. — *Crotonopsis linearis!*. — Deux espèces indéterminées de *Microstachys!*. — II-IV *Poranthera indéterminés*. — II-III-IV *Mercurialis annua*; IV *perennis*.

La souche, de longueur moyenne ou très-courte, est souvent flexueuse. blanche, blanc-jaunâtre, grise ou noirâtre. Les radicelles sont très-rapprochées, de longueur moyenne et presque égales.

#### **Malvacées :** *Type ordinal IV.*

Nous n'avons vu dans aucun genre, dans aucune espèce, une seule exception à la disposition tétrastique. Les plantes examinées par nous appartenaient aux genres *Malva* (12), *Hibiscus* (4), *Palava* (4), *Anoda* (4) et *Gaya*. L'angle d'émergence est droit.

La souche est longuement pivotante et forte. Les radicelles, très-rapprochées, et qui partent souvent par groupes de deux à trois d'un même point légèrement excavé, sont tantôt égales et de longueur moyenne, tantôt très-inégales en force et en longueur. La couleur est le gris ou le jaunâtre.

#### **Turnéracées :** *Type ordinal IV.*

La disposition tétrastique s'est offerte sur une espèce du genre *Turnera*

#### **Rutacées :** *Type ordinal II?*

L'indication de la disposition distique dans cette famille n'est encore que provisoire; car nous n'avons pas eu l'occasion d'observer un assez grand nombre de plantes de ce groupe pour pouvoir regarder ce type comme général. Il s'est néanmoins constamment montré chez le *Tribulus terrestris* dont l'axe est grêle, allongé, pivotant, émettant à angle aigu de très-longues radicelles inégales. Le *Ruta linifolia*, et un grand nombre de plantules appartenant au même genre, ont offert aussi deux rangs, mais parfois avec quelques radicelles intermédiaires. La couleur varie du blanc au blanc-jaunâtre. L'angle d'émergence, dans ce dernier genre, est ouvert.

**Hypéricinées** : *Type ordinal IV.*

La disposition tétrastique, avec une prédominance assez fréquente de deux rangs, s'est constamment offerte sur un grand nombre d'espèces d'*Hypericum* et d'*Ascyrum*, à l'exception de l'*Hypericum lumifusum*, dont certains pieds ne nous ont montré que deux rangs de radicelles. L'angle d'émergence est le plus ordinairement droit.

La souche est pivotante et de longueur variable, ordinairement tortueuse. Les radicelles, qui ne varient pas moins quant à leur longueur, sont égales ou inégales, quelquefois presque nulles. La couleur est jaunâtre, rouge sombre ou brunâtre.

**Cistées** : *Probablement point de type ordinal.*

La disposition réelle des rangs de radicelles dans cette famille ne pourra être définitivement arrêtée que lorsqu'on aura examiné avec soin la germination dans les divers genres qui la composent. Les résultats fournis par l'observation des plantes adultes ont trop varié pour que nous puissions en tirer une conclusion générale. Peut-être, néanmoins, ces variations sont-elles plus particulières à quelque genre (*Helianthemum*). L'angle d'émergence est ouvert.

TYPES : V *Hudsonia ericoides*. — *Lechea racemulosa, major*. — IV *Cistus salicifolius*; IV-V *pilosus*. — *Helianthemum lasiocarpum, denticulatum*; II *ledifolium, salicifolium, pulverulentum*; II-III *canum*.

La souche est pivotante, longue, roide, tantôt grêle, tantôt plus ou moins forte; flexueuse, grise, noirâtre ou jaunâtre. Les radicelles sont de longueur variable et presque égales.

**Violariées** : *Double type ordinal II-IV.*

La disposition di-tétrastique est-elle réellement le type de la famille, ou bien, lorsqu'il n'y a que deux rangs, cet état résulte-t-il d'un non-développement accidentel des deux autres rangs? C'est ce que des observations ultérieures apprendront. Toujours est-il que le nombre IV est bien plus fréquent. L'angle d'émergence est variable, droit ou aigu.

TYPES : IV *Viola lancifolia, sylvestris*; II-IV *canina, tricolor*. — *Jonidium polygalafolium, concolor, suffruticosum, frutescens, thesifolium var. chenopodioides*; II *mesopetalum, thesifolium*.

*Nota.* — Dans ces deux dernières espèces on observe quatre sillons avec quatre rangs d'empreintes qui semblent indiquer que le type est encore IV. Dans le *J. frutescens*, les quatre rangs sont rapprochés deux à deux.

La souche est grêle, pivotante, droite ou flexueuse. Les radicelles sont rares, ou très-nombreuses et très-rapprochées, égales et de longueur moyenne. La couleur est blanche, grise ou rougeâtre.

**Polygalées** : *Type non déterminé.*

L'angle d'émergence est droit.

TYPES : V *Salomonina indéterminé.* — IV *Polygala umbellata, camporum; II saxatilis, chamæbuxus, fastigiata, hygrophila, espèce indéterminée.*

La souche, de grosseur très-variable, est grise, blanche ou jaunâtre. Les radicelles, qui manquent quelquefois, sont courtes, égales ou inégales.

**Légumineuses** : *Point de type ordinal, mais seulement des types génériques simples ou doubles.*

Le très-grand nombre de genres et d'espèces que nous avons examinés dans cette famille nous permettent d'avancer avec certitude qu'il n'y a point ici de type ordinal. La plupart des types sont génériques; cependant, dans certains genres (*Melilotus*), il paraît y avoir des types spécifiques, et quelquefois même individuels (*Melilotus parviflora, Faba vulgaris*). C'est une des familles chez lesquelles on peut le mieux observer la direction oblique des radicelles que servent à faire reconnaître des sillons longitudinaux. L'angle d'émergence est variable, souvent aigu (\*).

TYPES : II *Anthyllis tetraphylla, lotoides, vulneraria, cornicina (3), hamosa.* — *Ononis natrix, spinosa, minutissima, reclinata, alopecuroides, variegata, euphrasiæfolia, pubescens, biflora.* — *Lupinus plusieurs espèces.* — *Lebordea abyssinica, lotoides.* — *Genista sagittalis (γ a-t-il quelquefois 3 rangs?), pilosa.* — *Spartium indéterminé.* — *Galega officinalis (1).* — *Dalea purpurea, et trois*

---

(\*) Pour cette famille comme pour les Synanthérées (page 27), les chiffres romains les plus saillants, tels que II, III-IV, indiquent que tous les genres qui les suivent et qui s'y rapportent ont le type simple ou double; ou lorsque ces chiffres sont au nombre de trois, que ces trois nombres sont nécessaires pour représenter la symétrie de chacun des genres qui les suivent, tandis que les chiffres romains moins marqués, tels que II-V, indiquent le type des espèces placées à leur suite.

espèces indéterminées. — *Petalostemon* indéterminé. — *Zornia angustifolia*, *latifolia*, *diphylla*!, *zeylonensis*. — *Adesmia vesicaria*, *angustifolia*, *radicans*, et une autre espèce. = III *Ficia lathyroides*, et autres. — *Lathyrus aphaca*, *nissolia*, *angulatus*, *inconspicuus*, *annuus*, *sativus*. — *Ervum lens*. — *Trifolium incarnatum*, *parisiense*, *striatum*, *procumbens*, *parviflorum*, *agrarium*, *arvense*, *depauperatum*. — *Pocockia græca*. — *Dorycnium parviflorum*. — *Indigofera prostrata*, et autres. — *Lessertia linearis*, *excisa*, *diffusa*, *vesicaria*, *herbacea*. — *Swainsona* indéterminé. — *Phaca* indéterminé. — *Bisserula pelecinus*, *leiocarpa*. — *Coronilla minima*, *cretica*, *parviflora*, *bistipulata*. — *Scorpiurus sulcatus*, *vermiculatus* (dont un avec 4 rangs). — *Ornithopus scorpioides*!, *perpusillus*, *roseus*. — *Arthrolobium repandum*, *durum*, *ebracteatum*. — *Hippocrepis multisiliquosa*, *balearica*, *comosa*, *ciliata*. — *Onobrychis nitida*, *caput-galli*!, *crista-galli*, *æquidentata*, *madridentensis*. — *Smithia sensitiva*, et autres. — *Urvaria græca*, *lagopodioides*. — *Kennedyia arabica*. = IV *Cicer arietinum*!, *cuneatum*. — *Alysicarpus bupleurifolius*, *vaginalis*!. — *Dolichos pruriens*. — *Phaseolus vulgaris*. = II-III *Trigonella* II *laciniata*, *fanum-græcum*, *platycarpus*, *monspeliaca*, *Schimperi*; III *hybrida*. — *Astragalus bœticus*; *hamosus*!, *pauciflorus*; II *rutæfolius*, *anserinaefolius*, *montanus*, *zerdanus*. = II-IV *Medicago* II *laciniata*!, *circinata*!; IV *radiata*, *sphaerocarpos*, *denticulata*, *tribuloides*; II-IV *radiata*. — II *Hedysarum maculatum*, *grandiflorum*, indéterminé; IV *retroflexum*, *gyrans*, *axillare*, *triflorum*, *capitatum*!, *terminale*!. = II-III-IV *Melilotus* II *officinalis*, *gracilis*; III *indica*(2), *sulcata*, *arvensis*, *cærulea*; IV *speciosa*; II-III-IV *parviflora*. = III-IV *Lotus* III *sessilifolius*!, *Requieni*, *halophilus*, *pressianus*, *jacobæus*, *subpinnatus*; IV *hirsutus*, *major*; III-IV *hispidus*. — III *Æschynomene paucijuga*, deux autres espèces; IV *Schimperi*, *ciliata*, *macropoda*, *pumila*, trois autres espèces. — *Desmodium diffusum*. = IV-V-VI *Faba vulgaris*.

La souche est pivotante, tantôt forte, tantôt et plus souvent grêle, de couleur blanche, grisâtre ou jaunâtre. La longueur des radicules est très-variable; elles sont égales ou inégales. La racine présente souvent dans cette famille de petits tubercules dont nous croyons avoir déterminé la nature. (Voyez plus bas, pag. 61 et suiv.)

### Rosacées : Point de Type ordinal.

Bien que les genres que nous avons examinés dans la famille des Rosacées ne soient pas fort nombreux, nous sommes porté à penser qu'il n'y a point ici de type ordinal, car nous y avons signalé les nombres II, III, IV et V. L'angle d'émergence est souvent droit, mais parfois aigu.

TYPES : II *Sibbaldia erecta*, *cæspitosa*, *potentilloides*; II-IV *procumbens*. — II *Potentilla* et *Fragaria*, plusieurs espèces à l'état jeune. — III-IV *Spiraea filipendula*. — *Aphanes arvensis*. — III ou V *Amygdalus nana*. — V *Margyricarpus* indéterminé.

Beaucoup de plantes de cette famille ont les racines fasciculées (*Geum*, *Agrimonia*, *Potentilla*, etc.), et l'on ne peut chez elles reconnaître la symétrie que lorsqu'elles sont très-jeunes. La souche est pivotante, de longueur variable; les radicelles sont égales ou inégales, et, dans ce cas, les terminales plus longues. La couleur est le gris blanchâtre; mais, lorsque la plante est âgée, elle est brunâtre.

#### **Lythraricées** : Type ordinal IV.

La disposition tétrastique nous a paru être à peu près constante dans les deux genres *Cuphea* et *Lythrum*, les seuls que nous ayons pu examiner. Nous l'avons constatée sur les *Cuphea viscosa* et *lutea*, et sur les *Lythrum thymifolium*, *Grafferi* et *hyssopifolium*; mais, sur quelques pieds de cette dernière espèce, nous avons cru voir tantôt cinq rangs et tantôt trois seulement. L'angle d'émergence est aigu, mais assez ouvert.

La souche est courte ou longue, grêle ou développée. Les radicelles, de longueur moyenne, sont égales ou inégales, et souvent rapprochées. La couleur est le gris, ou bien elle tire sur le jaune ou le rouge.

#### **Onagraires** : Type ordinal IV.

Nous avons observé la disposition tétrastique dans un grand nombre d'espèces appartenant aux six genres *Oenothera*, *Epilobium*, *Godetia*, *Circua*, *Lopezia*, *Clarkia*, et nous croyons qu'on peut la regarder comme constante. Cependant il est assez fréquent de voir deux des rangs opposés bien plus prononcés, et peut-être dans quelques *Oenothera* existent-ils seuls. L'angle d'émergence est droit.

La souche est tantôt courte et grêle (*Lopezia*), tantôt longue ou pivotante, grêle ou charnue, blanche, jaune ou rougeâtre. Les radicelles sont plus ou moins rapprochées, de longueur variable, égales ou inégales.

#### **Haloragées** : Type ordinal IV.

Les genres *Proserpinaca* et *Cercodia* (*C. erecta*) ont offert la disposition tétrastique.

**Ficoïdes** Endl. : *Double type ordinal II-IV ?*

Le seul genre *Mesembryanthemum* nous a offert quatre rangs dans plusieurs espèces, et, entre autres, dans les *M. crassifolium*, *violaceum*, *pugioni-forme*, et deux autres indéterminées; tandis que nous avons vu la disposition distique sur le *M. nodiflorum* et sur deux autres espèces indéterminées. L'angle d'émergence est aigu.

La souche est pivotante, de longueur moyenne, d'un gris noirâtre sur le sec. Les radicelles, médiocrement rapprochées et quelquefois très-courtes, sont souvent égales.

**Crassulacées** : *Type ordinal nul ou non déterminé.*

C'est vainement que nous avons cherché à arriver à quelque chose de précis au sujet de cette famille. Dans plusieurs espèces de *Sedum*, *Crassula*, etc., la souche présente au collet un verticille de radicelles, et le nombre de celles-ci ne nous a pas semblé avoir de rapport avec le nombre de rangs qu'offre la souche dans le reste de son étendue. L'angle d'émergence est moyen ou droit.

TYPES : IV *Penthorum sedoides!*. — *Sedum stellatum*, *sexfidum*, *peltatum*, *amplexicaule* (peut-être quelquefois 5 rangs dans ce dernier); II *acre*, *rupestre*, *cepea*, *populifolium*, *telephium*; V espèce indéterminée. — *Calanchoe glandulosa*, espèce indéterminée!. — II *Crassula glomerata!*, *capillacea*, deux autres espèces. — *Umbilicus persica*, *chrysanthus*, *hispidus*, *serratus*, *malacophyllus*. — *Cotyledon spinosa*, *hispanicus*; III-IV *viscosa*. — II *sempervivum tectorum*; II-IV *montanum*.

La souche est tantôt très-grêle, courte, ou nulle, tantôt très-forte (*Calanchoe*) et longuement pivotante, de couleur grise, jaune ou blanchâtre. Les radicelles sont assez rapprochées, courtes et égales.

**Saxifragées** : *Type ordinal nul ou non déterminé.*

Nous ne dirons rien de précis sur cette famille, les résultats que nous avons obtenus ayant varié. L'angle d'émergence est aigu, rarement droit.

TYPES : II *Saxifraga mutata!*, et autres; II-III *tridactylites*; IV *hirsuta*; II-IV *aizoon*. — IV *Heuchera americana*, indéterminé; II indéterminé. — ? *Chrysosplenium oppositifolium*. — IV *Vahlia*.

Les caractères accessoires des racines ne présentent rien de général.

**Ombellifères** : *Type ordinal IV.*

La disposition tétrastique paraît être constante, car nous l'avons observée sur un très-grand nombre de plantes appartenant aux genres *Leucolæna*, *Sanicula*, *Eryngium*, *Helosciadium*, *Bupleurum*, *Anethum*, *Apium*, *Scandix*, *Smyrnum*, *Lagoecia*, *Daucus*, *Pastinaca*, *Kruberia*, *Æthusa*, *Caucalis*, *Tordylium*, *Coriandrum*, *Chærophyllum*. Un pied de *Chærophyllum temulum* ne nous a offert que deux rangs. L'angle d'émergence est droit.

La souche est pivotante, charnue, prenant parfois un grand développement, et alors les radicelles sont très-courtes, égales et grêles. La couleur est blanche, jaune ou rouge.

**Rubiacées** : *Type ordinal IV ou II-IV.*

Nous avons de fortes raisons de croire que le type de cette famille est IV; cependant, dans quelques cas, nous n'avons vu que deux rangs. L'angle d'émergence est ouvert.

TYPES : IV *Asperula arvensis*, *laevigata*, *aristata*, *cynanchica*, *setosa*. — *Cruicimella patula*, *hirtiflora*, *egyptiaca*, *glomerata*; II *angustifolia*; II-IV *latifolia*. — *Galopina ericoides*. — *Anthospermum hirtum*. — *Spermacoce tenuior*. — *Sherardia arvensis*. — IV *Richardsonia scabra*. — *Galium saxatile*, *anglicum*, *parisiense*; II *litigiosum*.

La souche est ordinairement longue et pivotante, quelquefois filiforme (*Galium gracile*); quelquefois forte, et, sur les pieds âgés, contournée en spirale. Les radicelles sont courtes ou très-longues, très-rapprochées (*Spermacoce tenuior*) ou écartées, égales ou inégales. La couleur est le plus souvent rouge, plus rarement blanche (*Richardsonia scabra*).

**Valérianées** : *Type ordinal nul ou non déterminé.*

L'étude de la germination des plantes de ce groupe pourra seule décider s'il possède ou non un type ordinal. Lorsqu'il existe trois ou quatre rangs, on voit fréquemment deux de ceux-ci rapprochés et finissant même quelquefois par n'en former plus qu'un seul. Le genre *Valeriana* ayant, dans la plupart de ses espèces, des racines soit tubéreuses, soit fasciculées, son type est incertain. L'angle d'émergence est souvent presque droit.

TYPES : III *Fedia graciliflora*, *discoidea*, *echinata* (dans celle-ci peut-être parfois 2 rangs), *cornucopiæ* (peut-être parfois 4 rangs); III-II *pumila*. — *Vale-*

*rianella olitoria*, *cymbæcarpa*, *oxyrhyncha*, *discoidea*, *incrassata*, *vesicaria*: II-III-IV *auricula*, *carinata*; III-IV *coronata*, *dentata*; IV *eriocarpa*, *locusta*. — II-III-IV *Centranthus calcitrapa*. — III-IV *Betchea samolifolia*. — V? *Valeriana*.

La souche est ordinairement pivotante et assez grêle, jaunâtre ou d'un blanc roux. Les radicelles sont souvent rapprochées, égales et courtes.

**Dipsacées** : *Type ordinal* IV.

L'examen d'un assez grand nombre d'espèces appartenant aux genres *Scabiosa*, *Knautia*, *Pteroccephalus* et *Dipsacus* nous ayant toujours fait reconnaître la disposition tétrastique, nous n'hésitons pas à regarder celle-ci comme le type de la famille. L'angle d'émergence est droit.

La souche est pivotante, longue, souvent forte, grise, blanche ou jaunâtre. Les radicelles sont très-rapprochées ou éloignées, de longueur moyenne, égales ou inégales.

**Synanthérées** : *Point de type ordinal*; *types génériques*, *types spécifiques*, *types individuels*.

C'est une des familles les plus remarquables en ce qu'elle nous offre tous les nombres typiques et tous les types des divers degrés de la classification, à l'exception du type ordinal dont l'absence est justement une conséquence de l'existence de tous les autres types. L'angle d'émergence est droit ou aigu, et, dans ce cas, plus ou moins ouvert.

TYPES : II(\*) *Diplostemma acaule*. — *Lampsana communis* (parfois dans cette espèce III ou IV), *intermedia*, *minima*. — *Rhagadiolus stellatus* (peut-être dans cette espèce parfois IV). — ? *Cichorium intybus*. — *Hypochaeris arachnoidea*, *Balbisii*, *glabra*, *radicata* (parfois dans cette espèce IV). — *Geropogon glabrum* et deux autres. — *Picris hieracioides*, *parviflora*, *campylocarpa*. — *Crospermum picroides* (parfois IV). — *Tragopogon porrifolium*, *orientale*, *pratense*, *asperum*. — *Apargia tergestiana*, *verna*. — *Thrinicia hispida*. — *Hispidella hispanica*. — *Schaffuera carduoides*. — *Leontodon officinale*, *saxatile*, *Borü*, indéterminé. — *Prenanthes muralis*, *purpurea*. — *Crepis barbata*, *tectorum*, *rubra*, *Dioscoridis*, *hispida*, *pulchra*, *rhagadiolides*. — *Sonchus chondrilloides*, *tenerrimus*, deux indéterminés, *oleraceus*, *asper* (dans ces deux derniers, parfois IV). — *Barkhausia taraxacifolia*. — *Zacintha verrucosa*, indéterminé. — *Lactuca*. — *Picridium vul-*

(\*) Voyez, pour la distinction des chiffres romains de caractère différent, ce qui a été dit à propos des Légumineuses, p. 22, en note.

gare. — *Microrhynchus indéterminé*. — *Pyrrhapappus carolinianus*. — *Chondrilla indéterminé*. — *Andryala dentata, corymbosa, integrifolia, deux autres*. = **III** *Filago gallica, arvensis, Jussiei, germanica, montana*. — *Micropus erectus, pygmaeus*. — *Micropsis nana*. = **IV** *Bellis diversifolia* (5). — *Conyza ambigua*. — *Inula britannica, campestris* (peut-être parfois **III**). — *Odontospermum aquaticum*. — *Melampodium rhomboideum, divaricatum, indéterminé!*. — *Xanthium strumarium*. — *Rudbeckia fulgida, hirta*. — *Anomostephium indéterminé*. — *Coreopsis* (peut-être parfois **V**). — *Bidens indéterminé* (sur de très-jeunes **II**). — *Madia plusieurs espèces* (parfois **II**). — *Steiroidiscus capillaceus, linearilobus* (plus bas **III**). — *Tagetes minuta, lucida, anisata, et autres*. — *Nestlera biennis*. — *Rhynchopsidium pedunculatum, lateriflorum*. — *Tripteris scariosa, cheiranthifolia*. — *Arctotis reptans, acaulis*. — *Venidium subacaule* (peut-être **II**). — *Carduus seminudus, hamulosus, leucographus, ? tuberosus*. — *Catananche lutea!, cærulea*. = **V** *Pectis lumifusa, pinnata, taliscana, et autres*. — *Lorentea ramosissima, oligocephala*. — *Calimeris incisa*. — *Stenactis bellidifolia, indéterminé*. — *Boltonia asteroides, diffusa*. — *Grindelia indéterminé*. — *Florestina pedata*. — *Myriactis javanica et autres*. — *Samvitalia procumbens, tragiaefolia* (dans celle-ci **IV** ou **V**). — *Matricaria chamomilla, parthenium* (parfois dans celui-ci **IV** ou **VI**). — ? *Artemisia*. — *Ammobium alatum*. — *Elichrysum bracteatum*. — *Chardinia xeranthoides*. — *Cirsium anglicum*. — *Scolymus maculatus*. = **III-IV** *Oxyura chrysanthemoides*. — *Cenia turbinata; III microglossa, discolor*. = **IV-V** *Bupthalmum paludosum, et autres* (peut-être parfois **III**). — *Blainvillea latifolia, Gayana*. — *Leyssera gnaphalioides*. — *Xeranthemum inapertum, erectum; V sesamoides*. — *Gnaphalium luteo-album; IV fruticosum, sphæricum, glomeratum; IV-V Stæchas, uliginosum* (dans celui-ci parfois **III**?). — *Erigeron canadense; IV divaricatum; V graveolens*. — *Centaurea solstitialis; IV-V involuocrata*. = **II-III-V** *Pyrethrum inodorum; V arvense*. = **III-IV-V** *Calendula arvensis; IV-V gracilis; IV hybrida, pluvialis, officinalis*. — *Chrysanthemum turreanum, graminifolium, monspeliense; III præcox; III-IV leucanthemum; V coronarium, segetum*.

La souche est pivotante, tantôt grêle, longue ou courte, et tantôt plus ou moins forte et renflée, comme cela a lieu en particulier dans la tribu des Chicoracées, et alors les radicelles sont souvent très-grêles et courtes; tandis que dans les autres tribus elles sont quelquefois longues, égales, dans certains cas même comme imbriquées et tellement nombreuses, qu'elles permettent à peine de reconnaître le nombre de rangs (*Aster sinensis, Anthemis*). La couleur est le gris, le blanc ou le jaune.

**Campanulacées** : Point de type ordinal.

Nos observations ne nous ont pas fait même découvrir dans cette famille de type générique, et, si nous ne nous trompons pas, les Campanulacées n'ont que des types spécifiques. L'angle d'émergence est ouvert.

TYPES : II *Cephalostigma* indéterminé. — *Campanula strigosa, dichotoma, alpina, specularia, Spruneri*; II-III *amplexicaulis, perfoliata, erinus*; III *spicata, persicæfolia, rotundifolia*; III-IV *rapunculus*; IV *glomérata*; IV-V *trachelium*. — II *Specularia falcata*; II-III *pentagonia*; III-IV *speculum*. — II *Prismatocarpus falcatus*; II-III *hybridus*; III *hirsutus*. — II *Jasione perennis*; II-IV *montana* (sur plusieurs pieds II, sur un IV!). — II *Roella ciliata* (sur plusieurs pieds II, sur un IV).

La souche est pivotante, blanchâtre ou grisâtre. Les radicelles, de longueur variable, et plus ou moins rapprochées, sont égales ou inégales.

**Lobéliacées** : Point de type ordinal.

Nous n'avons pu observer les racines que d'un nombre assez limité de plantes de cette famille; mais nous n'en sommes pas moins porté à penser qu'elle ne présente ni type ordinal ni types génériques. L'angle d'émergence est ouvert.

TYPES : III *Laurentia dregeana*. — *Dobrowskya* indéterminé. — *Lobelia pubescens*; II-IV *erinus*; V deux espèces indéterminées.

La souche est tantôt grêle et tantôt assez forte, souvent blanchâtre. Les radicelles sont rapprochées, de longueur variable, égales ou inégales.

**Goodeniacées** : Type non déterminé. Prédominance du nombre IV.

Encore un groupe de plantes dans lequel la disposition des radicelles ne nous a pas paru avoir ce degré de constance qui permet d'assigner un type à la famille. Cependant le nombre IV est de beaucoup le plus fréquent, peut-être même est-il caractéristique du genre *Goodenia*. L'angle d'émergence est souvent droit.

TYPES : IV *Goodenia heterophylla, coronopifolia, bellidifolia, armericæfolia*; II indéterminé. — II-IV *Felleja lyrata*. — IV-V-?VI *Cyphia glandulifera*, et autres.

Nous n'avons pas noté les autres caractères.

**Asclépiadées** : Type ordinal non déterminé.

La plupart des plantes de cette famille étant des arbrisseaux ou des arbres, nos observations n'ont pu porter que sur un très-petit nombre d'entre elles. Nous avons constaté la présence de cinq rangs sur les *Asclepias verticillata* (5., *curassavica* (3), *quadrifolia* (1), *sibirica* (2 pieds, un 3<sup>e</sup> n'a offert que 3 rangs). A l'exception de cette dernière espèce, où la souche est grêle, avec les radicelles très-courtes et naissant à angle aigu, on remarque dans les autres que la souche est forte, souvent tortueuse, jaune. Angle d'émergence droit, avec les radicelles très-rapprochées, assez longues et égales. — Dans un *Cynanchum* indéterminé, nous n'avons pas pu reconnaître si le nombre des rangs était de cinq ou de six.

Dans la famille des *Apocynées*, nous avons noté le type quaternaire sur une espèce du genre *Vinca*.

**Gentianées** : Double type ordinal II-IV.

La disposition tétrastique est de beaucoup la plus fréquente; mais néanmoins le nombre II paraît plus particulier au genre *Gentiana*. L'angle d'émergence est variable, souvent aigu.

TYPES : IV *Chlora perfoliata*, *sessiliflora*, *serotina*. — *Chironia linearis*, *linearifolia*, *linoides*, *nudicaulis*. — *Swertia corniculata*, *rotata*. — *Agathodes alata*. — *Halenia deflexa*. — *Sabbatia corymbosa*, *angularis*, *calycosa*, *paniculata*. — *Belmontia cordata*. — *Sebæa aurea*. — *Schultesia brachyptera*. — *Exacum filiforme*, *tricolor*. — II *Gentiana utriculosa*, *barbata*, *tenella*, *cruciata*, *glacialis*, *crinita*, *angustifolia*; II-IV *germanica*, *nivalis*.

Dans toutes les *Gentianées*, la racine est jaunâtre. La souche est ordinairement grêle, assez courte, flexueuse. Les radicelles sont courtes, rapprochées, plus rarement longues comme dans le *Sabbatia calycosa*, où elles naissent sur quatre angles. Certaines *Gentianées* ont une racine tubéreuse très-longue et charnue (*Gentiana cruciata*); d'autres l'ont fasciculée.

**Polémoniacées** : Type ordinal nul ou non déterminé.

Nous avons eu beau multiplier nos observations sur cette famille, nous n'avons jamais pu y reconnaître de type ordinal. Les genres eux-mêmes ne nous ont pas paru avoir de type, si tant est que nous n'ayons pas fait erreur; car chez certaines espèces (plusieurs *Gilia*), la souche est si grêle, qu'il est

souvent bien difficile de déterminer exactement le nombre des rangs de radicules. L'angle d'émergence est droit.

TYPES : V *Gilia millefoliata*, *laciniata*!, *tricolor*!; II cinq espèces indéterminées; III une espèce indéterminée. — V *Collomia coccinea*; IV-V *grandiflora*, *linearis*; III trois espèces indéterminées; II *heterophylla*, *dentata*. — V *Ipomopsis indéterminé*. — IV-V *Hoitzia indéterminé*. — ? *Polemonium*. — *Novarettia involucrata*, *intertexta*.

La longueur de la souche est variable. Les radicules, plus ou moins rapprochées, sont tantôt courtes et tantôt de longueur moyenne, égales ou avec quelques-unes plus longues. La couleur est blanche.

#### **Convolvulacées :** *Type ordinal IV.*

La disposition tétrastique est bien certainement celle des *Convolvulus*, comme la germination des plantes de ce genre l'a confirmé. Nous avons constaté ce même type dans les *Evolvulus hirsuta*, *linifolius* et une autre espèce indéterminée. Tous les *Cressa* que nous avons examinés avaient le pivot grêle, grisâtre et entièrement dépourvu de radicules; mais sur une espèce de ce genre, nous avons vu quatre lignes obliques de tubercules qui semblaient être les indices d'autant de rangs de radicules.

Dans les genres *Convolvulus* et *Evolvulus*, les radicules de longueur moyenne et presque égales partent à angle droit d'une souche pivotante de couleur grise ou d'un brun rougeâtre.

#### **Borraginées :** *Double type ordinal II-IV.*

Il est à remarquer que les nombres II et IV ne s'observent pas indifféremment dans les divers genres de cette famille, mais que chacun de ceux-ci est le plus ordinairement caractérisé par un type invariable. Néanmoins la disposition distique nous a paru de beaucoup la plus fréquente, et nous la croyions générale avant nos dernières recherches qui nous ont dévoilé l'existence, mais bien plus restreinte, à ce qu'il semble, du type quaternaire. Quelques espèces ont offert une direction oblique des lignes de radicules. L'angle d'émergence est droit ou aigu.

TYPES : II *Borrageo* (4), *Anchusa* (9), *Lithospermum* (3), *Amsinkia*, *Mosotis* (10), *Eritrichium* (plusieurs), *Trichodesma*, *Asperugo*, *Pectocarya*, *Gravelia*. — IV *Cerithe*, *Coldenia*. — ? IV-II *Heliotropium*.

La souche est pivotante, de grosseur variable, quelquefois très-forte. Les

radicelles en naissent tantôt par petits faisceaux (*Anchusa*), et alors elles sont pour la plupart courtes, égales et très-rapprochées; tantôt isolément, et alors elles sont inégales, médiocrement écartées. La couleur est le plus souvent rouge sombre, quelquefois blanche (*Heliotropium*).

**Hydrophyllées** : *Type ordinal II.*

Nous avons constaté la disposition distique dans les genres *Eutoca*, *Phacelia*, *Nemophila*, *Ellisia*; cependant il est rare que les deux rangs soient rectilignes et équidistants dans toute leur longueur; et, vers le bas de la souche, les radicelles des deux rangs se trouvent souvent rapprochées. L'angle d'émergence est assez ouvert.

La souche est pivotante, de longueur moyenne et grêle. Les radicelles sont ordinairement peu développées, égales ou inégales, rapprochées ou écartées. La couleur est jaune ou rougeâtre.

**Solanées** : *Type ordinal non déterminé; probablement V.*

C'est une des familles où la détermination du nombre des rangs des radicelles nous a offert le plus de difficultés, et sur le vrai type de laquelle nous conservons encore quelques doutes. Si, dans certains genres (*Physalis*, *Petunia*, *Nicotiana*), le nombre V paraît être un nombre constant, il en est d'autres (*Solanum*) chez lesquels nous n'avons pas pu observer de type générique, les nombres V, IV, II s'y étant montrés tour à tour. Dans le *Datura stramonium*, nous avons remarqué accidentellement la présence de six rangs dirigés obliquement, exception qui paraissait due au grand développement de la souche. L'angle d'émergence est droit (*Datura*), ou aigu (*Nierenbergia*, etc.).

TYPES : IV-V *Solanum nigrum* (peut-être parfois III); II-IV *dulcamara*. — V *Hyosciamus pallidus* (peut-être VI), *albus*; IV-V *niger*; II-IV-V *pusillus*. — V *Nicotiana undulata*, *plumbaginiflora*, *crispa*, *macrophylla*, *quadrivalvis*. — *Petunia viscosa*, deux espèces indéterminées. — *Physalis alkekengi*, *pennsylvanica*, *angulata* et deux autres. — *Datura metel*, *stramonium* (quelquefois VI), *ferox*, indéterminé. — *Nierenbergia vestita*. — *Serophyton Drummondii*.

La souche est ordinairement forte, dure ou charnue, longuement pivotante, parfois légèrement incurvée (*Datura*). Les radicelles, très-rapprochées ou même intriquées, sont égales et de longueur moyenne ou très-courtes. La couleur est le blanc (*Datura*), le jaune (*Hyosciamus*), ou le gris (*Serophyton*).

**Scrophularinées** : *Double type ordinal II-IV.*

Les nombres II et IV sont essentiels dans la famille, et jusqu'ici nous n'avons noté aucune exception à ce type; et lorsque, comme ce cas est fréquent, les radicules se prolongent sur la partie inférieure des tiges, elles y affectent la même disposition que sur la souche. Certains genres n'ont qu'un type simple, d'autres un double type; et, dans le genre *Linaria* dont la disposition est di-tétrastique, on observe sur quelques espèces que les deux rangs de radicules, lorsqu'ils sont seuls, affectent dans la moitié inférieure de la souche une direction croisée avec celle de la moitié supérieure, ce qui paraît être en rapport avec les flexuosités de la souche (*voyez plus bas le chapitre des causes qui obscurcissent la symétrie*). L'angle d'émergence est droit.

TYPES : IV *Scrophularia aquatica, rostrata.* — *Trixago latifolia.* — *Salpiglossis straminea.* — *Obolaria virginica.* — *Nemesia floribunda.* — *Melampyrum arvense.* — *Torrenia parviflora.* — *Mimulus ringens, et autres.* — *Veronica spuria, montana, arvensis, verna, incisa, hederæfolia.* — *Verbascum lychnitis, nigrum, blattaria, thapsus, ternacha* (*dans ces trois derniers IV ou V*). — *Linaria reflexa, bipartita*; II *elatine, pelisseriana*; II-IV *minor.* — II *Antirrhinum majus, oruntium.* — II-IV *Erimus alpinus* — *Euphrasia odontites, officinalis*; IV *lutea.*

La souche est pivotante, grêle ou forte, souvent flexueuse. Les radicules sont à peu près égales et de longueur moyenne, rapprochées et parfois presque imbriquées. La couleur varie du gris au blanc et au jaune.

**Labiées** : *Type ordinal IV ou II-IV.*

Nous ne pourrions que répéter ici tout ce qui vient d'être dit de général sur la Rhizotaxie des *Scrophularinées*. Dans les *Labiées* comme dans ces dernières, il arrive parfois qu'on n'observe que trois rangs de radicules: mais un examen plus attentif fait reconnaître que tantôt le quatrième a avorté, ce qu'indique l'inégalité d'intervalle entre deux des rangs; ou bien que l'un des rangs s'est confondu avec un des trois autres, et, dans ce cas, la présence de quelques radicules en dehors d'un des rangs vient presque toujours confirmer cette prévision. Faut-il admettre une explication analogue pour les cas où il n'y a que deux rangs, et doit-on regarder le nombre IV comme général? Nous serions porté à le croire d'après la très-grande prédo-

minance du type quaternaire, et cela souvent dans le même genre où nous avons d'abord noté la disposition distique. L'angle d'émergence est ouvert.

TYPES : IV *Prunella*, *Teucrium*, *Satureia*, *Galeopsis*, *Lamium*, *Lycopus*, *Leonurus*, *Stachys*, *Lavandula*, *Ocimum*, *Perilla*, *Ballota*, *Scutellaria*, *Sideritis*, *Hyssopus*, *Mentha*, *Phlomis*, *Marrubium*, *Collinsonia*, *Clinopodium*, *Ajuga*, *Salvia*, *Melissa*, *Thymus*. — II plus rarement III *Phlomis leonurus*, *Galeopsis*, *Mentha*, *Stachys*, *Lamium purpureum*, *Satureia hortensis*, *Molucella laevis*.

La souche est pivotante, de longueur variable. Les radicules sont très-rapprochées, de longueur moyenne, égales ou inégales. La couleur est le gris, le blanc, le noir ou le roux.

#### **Verbénacées** : *Type ordinal IV.*

Nos observations n'ont porté que sur le genre *Verbena*, dont nous avons examiné un très-grand nombre d'espèces, et sur toutes nous avons constaté l'existence de quatre rangs. Souvent deux de ces rangs sont plus marqués, comme nous l'avons remarqué sur de jeunes pieds de *Verbena melinderes*. L'angle d'émergence est assez ouvert.

La souche est pivotante, de force moyenne, blanche, grise ou jaunâtre. Les radicules sont rapprochées, tantôt longues, tantôt courtes.

#### **Sélaginées** : *Type ordinal IV.*

La disposition tétrastique paraît encore appartenir à cette famille; nous l'avons du moins observée dans les *Hebenstreitia aurea*, *capitata*, *parviflora*, dans le *Dischisma capitatum*, et une autre espèce du même genre. L'angle d'émergence est ouvert.

La souche est de grosseur moyenne, pivotante. Les radicules sont quelquefois courtes, mais le plus ordinairement assez longues, rapprochées, presque égales. La couleur est le gris, le noir ou le roux.

#### **Primulacées** : *Double type ordinal II-IV?*

Dans cette famille, nos observations n'ont pu porter que sur un petit nombre de plantes, la plupart des genres de ce groupe (*Cyclamen*, *Soldanella*, *Primula*, etc.) ayant des racines fasciculées. Nous avons constaté la disposition tétrastique sur plusieurs espèces d'*Anagallis* et sur le *Coris monepeliensis*. L'angle d'émergence est ouvert.

La souche est pivotante, grêle ou de grosseur moyenne, de couleur blanc-grisâtre ou rouge-brun. Les radicules sont rapprochées et presque égales.

**Plumbaginées** : *Type ordinal IV ou III-IV.*

La disposition tétrastique s'est montrée dans les deux genres *Statice* et *Plumbago*; mais quelques espèces du premier offrent le nombre III, si tant est que nos observations soient exactes. L'angle d'émergence est droit.

TYPES : IV *Plumbago europæa* (1), *micrantha* (2). — *Statice auriculæfolia*, *echioides*, *auricula*, *reticulata*; III *limonium*, *Thouini*, *aurea*, *tripteris*.

La souche est pivotante, forte, rouge ou d'un brun noir. Les radicules ne consistent quelquefois qu'en de petits faisceaux de soies blanchâtres, mais souvent aussi elles sont isolées, très-longues et égales.

**Plantaginées** : *Double type ordinal III-IV.*

Le genre *Plantago* est le seul qu'il nous ait été donné d'examiner; car le genre *Littorella* a les racines fasciculées, et nous n'avons pu nous procurer le genre *Bougueria*. L'angle d'émergence varie.

TYPES : IV *Plantago microcephala*, *amplexicaulis*, *psyllium*, *pygmaea*; III *media*, et deux autres espèces; III-IV *lagopus*.

La souche est tantôt grêle, tantôt forte, pivotante, blanche ou grisâtre. Les radicules sont très-rapprochées et parfois presque imbriquées, égales et assez longues.

APPENDICE.

Nous consignerons encore ici quelques-unes de nos observations, dont les résultats ne nous ont pas semblé avoir un assez grand degré de certitude, ou qui n'ont pas pu être assez complètes ou assez multipliées pour nous permettre de formuler les caractères rhizotaxiques de la famille à laquelle appartiennent les plantes qui en ont été l'objet. C'est ainsi que, dans les *Nyctaginées*, nous avons noté deux rangs dans l'*Allionia aggregata*, dans les *Boerhaavia erecta*, *scandens*, et une autre; et, au contraire, quatre rangs dans un *Oxybaphus*. Dans les *Globulariées*, bien que nous ayons examiné plusieurs espèces de *Globularia*, nous n'avons pas été à même de décider si le type de ce genre était IV ou V. — Une espèce du genre *Panax* a offert quatre rangs, et le même nombre a été constaté sur deux ou trois espèces d'*Opercularia*, et, entre autres, sur l'*O. umbellata*. Si nous ne faisons pas erreur, cette

même disposition se retrouverait dans les *Pimelea*, tandis que le *Stelleria passerina* ne présenterait que deux rangs. — Dans les Santalacées, les *Arjona* ont présenté cinq rangs, les *Quinchamalium* quatre ou cinq, et les *Thesium* quatre ou trois.

Enfin, nous devons ajouter que, malgré tout le soin que nous avons apporté à nos observations, nous avons pu commettre quelques erreurs en assignant tel ou tel type à une espèce, à un genre ou même à une famille; mais ces fautes de détail ne sauraient infirmer en rien les résultats généraux de notre travail.

### CHAPITRE III. — *Application des faits qui précèdent au développement des lois de la Rhizotaxie.*

#### 1<sup>re</sup> LOI FONDAMENTALE, ou *Loi de superposition des radicules.*

Comme on a pu s'en convaincre par l'exposition des faits qui précèdent, la loi de superposition des radicules ne souffre pas d'exception. Tous les individus de l'embranchement des Dicotylédons, à quelque famille qu'ils appartiennent, sont soumis à cette loi.

Dans un grand nombre de plantes, la loi de superposition est tellement évidente, qu'elle se décele d'elle-même à la première vue, et que si quelque chose étonne dans l'histoire de cette partie de la science, c'est qu'elle n'ait pas encore été formulée. Il suffit de jeter les yeux sur une racine de *Lupin*, de *Balsamine*, de *Seneçon*, ou même sur une *petite rave*, un *navet*, une *carotte*, pour se convaincre irrésistiblement de sa réalité.

Il est cependant des cas, et même assez nombreux, où cette loi ne se manifeste pas avec ce degré d'évidence; mais, en y apportant du soin, on parvient presque toujours à en reconnaître l'existence.

Ce serait ici le cas de rechercher quelles sont les causes qui peuvent nuire à la manifestation de cette loi; mais ces causes étant souvent les mêmes que celles qui tendent à obscurcir toutes les autres lois de la Rhizotaxie, leur examen sera mieux placé après l'exposé du développement de ces dernières.

Nous avons établi comme corollaire de la loi de superposition, que la direction oblique des lignes de radicules n'était pas essentielle, et nous devons appuyer cette proposition de quelques preuves.

Il est aujourd'hui universellement reconnu que tous les organes de la

partie du végétal qui est au-dessus du sol affectent ou peuvent affecter avec un plus ou moins grand degré d'évidence la disposition spirale. On en trouve des exemples dans plusieurs tiges, dans tous les organes d'origine foliacée, soit feuilles, soit organes floraux, à partir des bractées jusques et y compris les carpelles, dans certains styles, dans les vrilles, dans des pédoncules, et même dans les poils qui, s'il faut en croire M. Morren (*Bulletin de l'Académie royale de Bruxelles*, t. VI, n° 9, p. 5), « sont placés sur les plantes, » comme sur la peau humaine, en lignes spiraloïdes, et les mamelons ou « cannelures de ces poils eux-mêmes suivent encore cette spirale. » Enfin, l'anatomie interne vient dévoiler une spirale dans les vaisseaux, dans les cellules des végétaux.

Mais si la direction spirale peut appartenir à toutes les parties de la plante, on sait que, dans les unes (tous les organes d'origine foliacée), cette direction est essentielle, tandis qu'elle est accessoire dans les autres. Il était donc important de savoir, dans l'étude de la Rhizotaxie, d'abord si les radicelles présentaient une disposition spirale, et, à supposer qu'il en fût ainsi, si celle-ci était accidentelle ou constante, ou, si l'on veut, quel degré de valeur elle avait dans le végétal.

Si l'on examine les racines des *Légumineuses*, des *Papavéracées*, des *Crucifères*, des *Borraginées* et d'un assez grand nombre d'autres familles, on remarquera que, sur plusieurs d'entre elles, les radicelles sont en effet sur des lignes plus ou moins obliques (\*), et que très-souvent cette disposition est liée à la présence d'autant de sillons qu'il y a de rangs, les radicelles émanant de ces mêmes sillons. Mais, en multipliant ses observations, on ne tarde pas à reconnaître : 1° que dans la même famille, le même genre, la même espèce, c'est tantôt la disposition oblique qui se manifeste, et tantôt une disposition parfaitement rectiligne; 2° que dans le plus grand nombre de plantes, et dans des familles entières, on n'observe que cette dernière disposition. Et, dès lors, nous croyons être fondé à énoncer cette proposition, savoir : *que la direction oblique des radicelles, loin d'être essentielle comme l'est la disposition spirale en particulier pour tous les organes d'origine folia-*

---

(\*) Nous disons *obliques*, et non *spirales*, parce que les lignes de radicelles n'offrent jamais ou presque jamais un contournement suffisant pour décrire autour de la souche toute une circonférence; elles ne décrivent donc jamais un tour de spire, et il n'y a par conséquent pas ici de spirale. C'est aux savants avis de M. Ad. de Jussieu que nous devons cette dernière remarque, et, par suite aussi, la substitution du mot oblique au mot spirale dans tout le cours de ce travail.

*cée, est au contraire tout à fait accessoire.* Et, lorsqu'il sera question de l'anatomie de la souche en rapport avec la disposition des radicelles, nous prouverons la deuxième partie de ce corollaire : *que la direction oblique des radicelles est toujours subordonnée à la direction des fibres de la souche.*

2<sup>e</sup> LOI FONDAMENTALE, ou *Loi de fixité dans le nombre des rangs de radicelles.*

Si l'on nous a suivi dans l'examen que nous venons de faire de la Rhizotaxie envisagée dans chaque famille en particulier, on a pu voir se vérifier constamment cette seconde loi : *que le nombre des rangs de radicelles est fixe pour une famille, pour un genre, pour une espèce, pour un individu;* ce qui revient à dire qu'il y a une symétrie particulière pour chacun de ces degrés de la classification. A ces diverses symétries il faut joindre la symétrie d'embranchement ; mais nous n'en parlerons pas ici, et parce qu'il n'est question dans ce travail que de la Rhizotaxie dans les Dicotylédones, et parce que les différences qui distinguent, sous le rapport des racines, les trois grands embranchements des Acotylédones, Monocotylédones et Dicotylédones, sont parfaitement connues.

Sur 56 familles examinées quant à leurs caractères rhizotaxiques, nous avons pu assigner une symétrie à 39 d'entre elles. Les types II et IV paraissent de beaucoup les plus fréquents. Le premier appartient, sans exception, aux *Fumariacées, Papavéracées, Crucifères, Résédacées, Géraniacées, Hydrophyllées et Frankéniacées*; le second, aux *Balsaminées, ? Oxalidées, Hypéricinées, Malvacées, Turnéracées, Euphorbiacées, Lythariées, OÉnothérées, Dipsacées, Ombellifères, Convolvulacées, Labiées, Verbénacées, Sélaginées.*

Le double type II-IV caractérise un assez grand nombre de familles, les *Caryophyllées, Paronychiées, Violariées, Phytolaccées, ? Amaranthacées, ? Ficoides, Rubiacées, Gentianées, Borraginées et Scrophularinées.*

Remarquons que, lorsqu'une famille n'est représentée que par un seul genre (*Frankéniacées, Globulariées, etc.*), la symétrie de famille ne doit être admise que provisoirement; car il est possible qu'elle disparaisse un jour pour faire place à des symétries de genres, s'il arrive que de nouveaux genres viennent accroître ces familles. Il se peut encore qu'un type simple, par suite de la même cause, se transforme en double type. Enfin, rien ne s'oppose à ce que, même dans les familles les plus riches en genres, et chez lesquelles le type nous a paru cependant invariable, telles que les *Cruci-*

*fères*, les *Ombellifères*, etc., on ne découvre quelque genre qui se présente comme exception à la symétrie de la famille, comme la chose nous est arrivée pour les *Borraginées*.

Dans les familles à type ordinal, tous les genres offrant la même symétrie quant à leurs racines, il nous semble qu'on ne peut pas dire qu'il y a des types génériques. En effet, ces mots de types génériques impliquent l'idée de différences entre des genres voisins; mais, dans le cas de type ordinal, ces différences n'existent pas, et c'est justement cette absence de types génériques spéciaux, ou, si l'on veut, cette uniformité de symétrie dans tous les genres d'une famille, qui permet de généraliser cette symétrie en l'appliquant à cette famille elle-même; et de là vient que l'existence du type ordinal exclut celle des types génériques. Cette même considération s'applique aux genres relativement aux espèces, aux espèces relativement aux individus, c'est-à-dire que l'idée de type générique exclut celle de types spécifiques dans le genre auquel ces termes s'appliquent; et de même, quand je dis qu'une espèce a le type IV, c'est dire implicitement que les individus de cette espèce n'ont pas de type, puisqu'ils offrent tous un type uniforme, le nombre IV.

La symétrie de genres pourra se montrer, et se montrera le plus souvent dans les familles qui n'ont pas de type ordinal. Elle se manifeste avec la dernière évidence dans les *Synanthérées*, les *Légumineuses*, etc. Dans ces dernières, la présence de deux rangs de radicules est constante dans les *Lupins*, les *Adesmia*, etc.; de trois dans les *Trifolium*, les *Ervum*, les *Vicia*, les *Lathyrus*, les *Ornithopus*; de quatre dans les *Phaseolus* et les *Dolichos*. Mais de ce qu'une famille n'a pas de type ordinal, il ne s'ensuit pas nécessairement qu'elle doive avoir des types génériques. Et, dans cette même famille, plusieurs cas peuvent se présenter: ou bien il n'y aura que des types génériques, ou bien il y aura à la fois des types génériques et des types spécifiques (*Che-nopodées*); ou bien, à ces deux sortes de types se joindra le type individuel (*Renonculacées*); ou, enfin, il n'y aura que des types, soit spécifiques (*Lin-nées*), soit individuels. On conçoit encore que ces deux derniers puissent exister à la fois dans une famille, ou que des types individuels s'y trouvent associés aux types génériques.

3<sup>e</sup> LOI FONDAMENTALE : *Des divers groupes appelés familles, genres, espèces. les uns ont un type simple, les autres un double type.*

Nous ne chercherons pas à appuyer cette loi par des exemples, car le long exposé des familles qui précède en est une continuelle application.

En proposant ces mots type simple et double type, pour caractériser la symétrie d'une famille, d'un genre, d'une espèce, nous sommes loin de prétendre qu'ils soient à l'abri de toute critique, et nous ne nous dissimulons pas qu'il y a peut-être un peu d'arbitraire dans cette délimitation. On peut objecter, en effet, que puisque nous admettons un type formé de deux nombres, et que, puisque dans certaines familles, dans certains genres, certaines espèces, au lieu de deux nombres on en observe trois ou quatre, on serait tout aussi bien en droit de proposer un triple, un quadruple type. Nous répondrons qu'il n'y aurait peut-être pas à cela un inconvénient notable, mais que le nombre des rangs de radicules étant, d'après la première de nos lois accessoires, un nombre simple compris entre 2 et 5; si l'on veut admettre un triple, un quadruple type, l'un de ceux-ci comprendra tous les nombres qui servent à représenter la disposition des radicules, et l'autre, tous ces nombres moins un; et que, par conséquent, la variabilité dans cette famille, dans ce genre, dans cette espèce, étant aussi grande qu'il est possible qu'elle soit, il nous semble peu philosophique d'y admettre de semblables types, le mot type impliquant l'idée d'uniformité ou d'unité. Que si nous avons admis un double type, c'est que, celui-ci étant presque toujours formé par les nombres II-IV, l'étude de la Rhizotaxie fait reconnaître qu'il n'y a pas le plus ordinairement de démarcation bien tranchée entre les deux types qu'ils représentent, du moins pour certaines familles dans lesquelles ils semblent se suppléer l'un l'autre.

1<sup>re</sup> LOI ACCESSOIRE, ou *Loi de délimitation du nombre des rangs de radicules.*

La loi de délimitation du nombre des rangs de radicules entre deux et cinq n'est pas susceptible de développements; elle est un simple résultat d'observations. Les nombreux faits que nous avons recueillis nous permettent d'établir que jamais, du moins dans les *Dicotylédones*, le nombre des rangs n'est réduit à un. Mais il n'y a rien d'impossible à ce que, dans certains cas exceptionnels, ce nombre ne dépasse le chiffre 5; et c'est ce que nous avons constaté nous-mêmes sur quelques pieds de *Faba vulgaris*, de *Datura stramonium*, qui présentaient accidentellement la disposition hexastique. Peut-être en est-il encore ainsi chez quelques *Composées*. Il est à remarquer que quelquefois ce nombre VI se trouve à la partie de la racine la plus voisine du collet, tandis que plus bas il n'y a plus que cinq rangs, ou un nombre de ceux-ci encore moindre. Ajoutons que c'est dans les *Synanthérées* que le nombre V est le plus fréquent; et, chose singulière, il coïncide dans cette

famille avec le nombre II. On retrouve encore ce nombre V dans les *Solanées* et quelques genres particuliers, mais il paraît être beaucoup plus rare que tous les autres.

Le peu de fréquence relative du nombre V, et l'absence presque constante des nombres supérieurs à lui, conduisent naturellement à se demander si un type est d'autant plus commun, qu'il appartient à un chiffre moins élevé entre 2 et 5. Mais cette question doit être résolue par la négative, puisque le nombre III, s'il caractérise certains genres des *Légumineuses*, est néanmoins plus rare que le nombre IV, type des *Dipsacées*, des *Onagracées*, des *Ombellifères*, etc. Les nombres II et IV sont incontestablement ceux qui se présentent le plus souvent, et il y a à peu près égalité entre eux sous ce rapport.

Nous ne pouvons nous empêcher d'observer, mais sans attacher à cette particularité une importance qu'elle n'a peut-être pas, que les nombres qui servent à représenter les diverses symétries des radicelles sont les mêmes que ceux qui entrent dans la symétrie de la fleur. Mais, tandis que le nombre III est rare dans les fleurs des *Dicotylédones*, on observe assez souvent chez elles trois rangs de radicelles.

2<sup>e</sup> LOI ACCESSOIRE, ou *Loi d'égalité d'intervalle entre les rangs de radicelles d'une même souche.*

Il est probable que, si l'on pouvait faire développer des plantes dans des milieux où elles n'éprouveraient aucune gêne, cette loi se vérifierait constamment ou presque constamment. Mais dans les végétaux qui ont crû dans le sol, elle souffre quelques exceptions :

1<sup>o</sup>. Lorsque dans la disposition tétrastique la souche est carrée, et que les quatre faces ne sont pas égales, les rangs de radicelles sont souvent rapprochés deux à deux.

2<sup>o</sup>. Lorsque les radicelles affectent le type quaternaire, bien que la souche ne soit pas carrée, on observe parfois encore le rapprochement des rangs deux à deux.

3<sup>o</sup>. Lorsque le nombre des rangs de radicelles est un nombre impair, on voit encore dans certains cas le rapprochement de deux des rangs.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur cette loi, les causes qui tendent à l'obscurcir devant trouver place parmi celles qui peuvent nuire à la manifestation de toutes les autres lois, et un chapitre spécial devant être consacré à ce sujet.

3<sup>e</sup> LOI ACCESSOIRE, ou *Loi de constance dans l'angle d'émergence pour une même famille, pour un même genre, pour une même espèce.*

Nous ne dirons rien de cette loi toute d'observation. Nous rappellerons seulement que, dans la revue des familles qui a précédé, nous n'avons signalé pour chacune d'elles l'angle d'émergence qu'à propos des caractères rhizotaxiques ordinaux sans descendre aux détails, et que, par suite, il nous a été rarement possible d'énoncer quelque chose de bien fixe à cet égard. Pour donner à cette loi tout le développement qu'elle comporte, il eût fallu suivre dans son étude la même marche que lorsqu'il s'est agi de la détermination du type rhizotaxique pour chacun des divers degrés de la classification. Il était donc nécessaire d'examiner comparativement l'angle d'émergence dans plusieurs individus d'une même espèce, dans plusieurs espèces d'un même genre, dans plusieurs genres d'une même famille, et l'on aurait ainsi reconnu que, dans telle famille, il y a égalité complète dans l'angle d'émergence des radicelles, dans toutes les plantes qui la composent; que dans telle autre, cette uniformité n'existe que pour quelques genres; que dans telle ou telle autre enfin, elle n'est relative qu'aux espèces ou aux individus : et on aurait encore eu sous ce rapport des types individuels, spécifiques, génériques et ordinaux, types qui auraient pu s'exprimer par les deux signes =  $\perp$  placés à la suite des noms de famille, de genre ou d'espèce, le premier indiquant que toutes les plantes de ces divers groupes ont l'angle d'émergence des radicelles égal, et le second, que cet angle est droit. Ce dernier cas se présentant pour les *Malvacées*, la formule rhizotaxique de cette famille serait MALVACÉES : *Type ordinal IV* =  $\perp$ .

Nous regrettons de n'avoir pas noté l'angle d'émergence dans nos premières observations; ce qui ne nous a pas permis d'accorder à ce caractère toute l'attention qu'il mérite, vu son importance, et ce qui est cause aussi que nous l'avons négligé dans ce travail pour ne pas ôter à celui-ci son uniformité.

CHAPITRE IV. — *Examen des causes qui tendent à obscurcir les lois de la symétrie des radicelles, et des moyens pour arriver à la connaissance de celle-ci.*

1<sup>o</sup>. *L'état fasciculé des radicelles.* Il est à peu près certain que l'étude de la germination et du développement des racines des plantes qui, à l'état adulte, présentent cette disposition, dévoilera leur véritable symétrie; mais jusqu'ici l'état fasciculé des radicelles ne nous a offert rien de fixe.

2°. *L'intrication des radicelles due au grand nombre de rangs*, d'où résulte le défaut de démarcation entre ces mêmes rangs, en sorte que les radicelles paraissent naître en faisceau et sans ordre. C'est ce qui a lieu surtout dans les plantes à type quaternaire ou quinaire, et en particulier chez les *Gomphrena*, les *Conyza*, les *Erigeron*, l'*Aster sinensis*, etc. La difficulté est telle dans certains cas, qu'il est impossible d'arriver à une entière certitude sur le nombre des rangs, surtout si on ne possède que peu d'échantillons de la même plante. Après qu'on a débarrassé complètement ces racines de toutes les particules terreuses qui gênent l'observation, on se trouve bien de passer un stylet dans les points que l'on suppose correspondre à l'intervalle de deux rangs voisins, et du haut vers le bas, moyen qui, en débrouillant les radicelles, sert à changer parfois un soupçon en certitude.

3°. *La disposition soit fasciculée, soit verticillée des radicelles au collet*. L'expérience nous a appris que, dans la détermination du nombre des rangs de radicelles, il ne faut se fier ni à l'une ni à l'autre de ces deux dispositions. On constatera la première sur le *Picris hieracioides*, dont cependant le type est bien certainement II, ainsi que sur le *Plantago media*. Nous avons vu la disposition verticillée au collet sur le *Campanula trachelium?*, sur plusieurs espèces de *Crassula* et de *Sedum* (*S. Magnolii*, *verticillatum*, etc.).

4°. *La division de la souche, ou la production de quelques grosses radicelles*. Dans certains cas, cette cause ne dérange pas la symétrie, et les radicelles se prolongent de la souche-mère sur ses divisions, en suivant leur direction première; cela a lieu surtout lorsque, comme on l'observe fréquemment, la division de la souche s'opère dans le sens même de la superposition des radicelles, mais quelquefois aussi cette division se fait en sens inverse. On en verra des exemples sur les *Héliotropes*, les *Crucifères*, les *Capparidées*, les *Résédacées*.

5°. *L'état trop grêle de la souche*. Cette cause, si évidente par elle-même, n'a pas besoin de développement. Pour juger de son effet, il suffit de comparer une racine de *Balsamine*, de *Haricot*, où les tissus gorgés de suc laissent apercevoir, dès l'abord, et la superposition et le nombre des rangs, avec celle d'une *Euphorbia peplus* ou *helioscopia*, où le nombre des rangs est le même. C'est au point que quelquefois (*Galium gracile*, *Linum catharticum*) la difficulté est insurmontable.

6°. *L'état trop développé de la souche*. Si, dans certains cas, la dilatation de la souche permet de déterminer presque instantanément la symétrie des radicelles, il en est d'autres où elle paraît être cause de l'irrégularité dans le nombre et la distribution des rangs. Il n'est pas de plante chez laquelle on puisse mieux vérifier cette assertion que sur le *Datura stramonium*, lors-

qu'il est parvenu à l'état adulte, et qu'il a crû dans un terrain meuble: c'est ainsi que certains pieds nous ont offert tantôt cinq, tantôt six rangs de radicelles, tandis que sur d'autres il nous a été impossible d'arriver, à cet égard, à une détermination exacte. Souvent aussi ces rangs affectent une direction oblique très-marquée.

7°. *L'état trop jeune ou trop âgé de la plante.* Nous avons parfois constaté que lorsque le végétal est trop jeune, il ne possède qu'une partie des rangs qu'il doit avoir plus tard; cependant ce cas paraît être rare: nous l'avons remarqué en particulier sur le *Chenopodium viride*, qui, lorsqu'il n'avait que deux feuilles, ne présentait encore que deux rangs, tandis que plus tard il y en avait quatre. Quant à l'état trop âgé de la plante comme cause propre à obscurcir la symétrie, le *Datura* cité ci-dessus en est un bon exemple.

8°. *Le non-développement en longueur de la souche.* Si, lorsque le nombre des rangs n'est que de deux ou de trois, cette disposition, en permettant de rapporter plus facilement les radicelles superposées à leur véritable rang, tend à rendre la symétrie plus manifeste, elle obscurcit par contre celle-ci lorsque ce nombre est plus considérable, car elle donne alors à la racine l'aspect fasciculé (*Plantago media*).

9°. *L'incurvation de la souche.* Sur certaines plantes, cette cause n'amène aucun désordre dans la symétrie, mais fréquemment aussi elle obscurcit celle-ci de trois manières. En effet, lors d'une semblable incurvation, il n'est pas rare de voir toutes les radicelles tournées d'un seul côté, celui de la convexité de la souche; et de là résulte souvent, dans les cas de disposition tétrastique, le rapprochement ou même l'état imbriqué des rangs deux à deux; ce qui peut induire en erreur sur le véritable nombre de ceux-ci: c'est ce que nous avons constaté sur le *Satureia hortensis*, le *Senecio vulgaris*, plusieurs *Valerianella* et *Fedia*. Mais souvent aussi, dans ces mêmes plantes, avec cette incurvation de la souche coïncide l'avortement réel d'un des rangs, et c'est tantôt celui qui occupe la concavité, tantôt et plus souvent celui de la convexité; enfin, mais plus rarement, on les voit disparaître l'un et l'autre.

10°. *L'horizontalité de la souche.* Quelquefois, sans que la racine soit rampante, il arrive, soit accidentellement, soit parce que ce caractère est propre à telle ou telle espèce, que la souche affecte une direction horizontale. Les radicelles, pénétrant toutes alors perpendiculairement dans le sol, sont imbriquées, celles des rangs supérieurs au-dessus de celles des inférieurs, et l'on voit dans quelques cas, soit les unes, soit les autres, moins développées ou avortant même complètement. Cette cause, comme la précédente, entraîne habituellement l'inégalité d'intervalle entre les rangs.

11°. *Les flexuosités de la souche.* Ces flexuosités se présentent assez fréquemment, et viennent obscurcir soit la superposition, soit le nombre des rangs de radicules. On en observe de bons exemples sur l'*Antirrhinum oruntium*, le *Linaria minor*, le *Solanum nigrum*, plusieurs *Euphorbes*, etc. Elles sont de trois sortes, et chacune de ces trois dispositions paraît être constante dans l'espèce qui la présente: tantôt elles sont pour toute la racine dans un même plan; tantôt celles de la moitié inférieure de la souche sont dans un plan perpendiculaire à celui dans lequel se trouvent celles de la moitié supérieure, c'est-à-dire que si les premières sont dirigées alternativement à droite et à gauche, les secondes sont, par rapport à elles, antérieures et postérieures; et, comme les radicules partent le plus souvent de la convexité de ces mêmes flexuosités, il suit nécessairement de là que, dans la disposition distique, les radicules sont, dans le bas de la souche, en croix avec leur direction première, ce qui peut faire croire à l'existence de quatre rangs, alors qu'il n'y en a réellement que deux (*Linaria minor*). Enfin, une troisième disposition des flexuosités a lieu lorsqu'elles suivent une ligne contournée obliquement, c'est-à-dire qu'elles sont successivement, à droite, antérieures, à gauche, puis postérieures (certains *Linum*, quelques *Rubiacées*).

12°. *Le contournement oblique des rangs avec ou sans un grand écartement des radicules d'une même rangée.* Il est des cas où ce contournement est si évident, qu'il n'y a pas à s'y méprendre (*Medicago*, *Melilotus*, *Reseda*, *Spinacia*, etc.); mais il en est d'autres où il n'est pas aussi facile à distinguer, et alors on peut être induit en erreur sur le nombre des rangs, comme cela nous est parfois arrivé dans nos premières observations, où nous n'étions pas en garde contre cette cause de désaccord dans les résultats obtenus. C'est ainsi que, si sur une plante à disposition distique, les deux rangs qui étaient sur deux faces vers le haut de la souche se trouvent plus bas sur les deux autres faces, on pourra croire à l'existence de quatre rangs, alors qu'on a cependant à faire au type binaire. Lorsque les radicules d'une même rangée sont peu écartées les unes des autres, il n'y a pas ordinairement de difficulté à découvrir le contournement oblique; mais il en est souvent autrement quand l'intervalle qui les sépare est plus ou moins grand, et si en même temps l'axe est très-grêle, il est presque impossible d'arriver à une certitude, surtout si, comme cela a lieu chez certaines *Paronychiées* et *Caryophyllées*, qui présentent toutes ces conditions réunies, la plante appartient à une famille à type bi-quaternaire. Un cas particulier de cette direction oblique s'est offert à nous sur un pied de *Minuartia dichotoma*. La souche était carrée; au-dessous du collet, on observait sur le milieu de deux faces de la souche deux radi-

celles opposées ; un peu plus bas, deux autres également opposées, en croix avec les premières et avec celles qu'elles surmontaient ; mais déjà ces dernières n'occupaient plus aussi exactement que les autres les milieux des faces, ce qui servait à faire reconnaître qu'il n'y avait pas quatre rangs, mais bien un contournement oblique de deux rangs, disposition qui se manifestait plus bas avec la plus grande évidence.

Plusieurs moyens peuvent aider à rendre plus manifeste la direction réelle des lignes de radicules ; tels sont : la présence tantôt de sillons, et tantôt de lignes légèrement saillantes le long de la souche, enfin la décortication.

Comme il arrive presque toujours que, lorsque la souche présente un nombre de sillons fixe, ce nombre est en rapport avec celui des rangs de radicules, et que celles-ci partent alors à peu près constamment de ces mêmes sillons, il s'ensuit que lorsqu'ils existent, ils sont d'un puissant secours, soit pour déterminer le nombre des rangs de radicules, soit pour faire découvrir leur direction oblique, s'ils affectent eux-mêmes cette disposition. Ces considérations trouvent de fréquentes applications dans les *Légumineuses*, où l'existence de semblables sillons est assez commune. Quelquefois même, en l'absence de toute radicule, ces sillons peuvent dénoter le nombre de rangs, comme c'est le cas pour les souches des *Lupins*, lorsqu'ils sont âgés. Il ne faut cependant pas accorder une confiance illimitée à ce signe, car chez le *Spinacia oleracea*, nous avons vu quatre sillons et seulement deux rangs de radicules. On observe de semblables sillons dans les *Résédacées*, les *Fumariacées*, plusieurs *Borraginées*, les *Chénopodées* et quelques genres particuliers ; mais leur présence est loin d'être générale, et il est des familles entières où il n'y en a nulle trace.

Dans certaines plantes, au lieu de sillons, on remarque le long de la souche quelques lignes en relief, tantôt sous forme de stries, et tantôt sous celle de courtes membranes, et sur lesquelles sont placées les radicules. On en voit chez plusieurs *Composées* de la tribu des *Corymbifères*, et ce moyen de découvrir la symétrie dans certains cas difficiles n'est pas à négliger.

Enfin, nous signalerons la décortication comme un des procédés les plus utiles, soit pour démontrer la direction oblique des lignes de radicules, soit pour rendre bien plus manifeste le nombre des rangs, soit pour déterminer à quel rang appartiennent certaines radicules qui, en traversant l'écorce, se sont déviées de leur direction première, soit pour découvrir la présence de radicules qui ne se montrent pas à l'extérieur. La décortication est réellement d'un secours précieux dans les plantes où elle s'opère facilement, au premier rang desquelles il faut placer les *Résédacées*, les *Malvacées*, quel-

ques *Crucifères*, les *Urtica*, etc. Malheureusement il en est où elle est impossible (*Atriplex*, *Linum*, *Ombellifères*, etc.), tantôt parce qu'il n'y a pas de ligne de démarcation tranchée entre l'écorce et le bois, tantôt parce que l'écorce adhère intimement au bois, et n'en est pas séparée par ce fluide gélatiniforme appelé *cambium*, tantôt enfin parce que l'écorce est très-mince et ne peut s'enlever que par petits fragments.

13°. *Le rapprochement de deux rangs indépendant de la direction de la souche.* Ce cas a lieu dans quelques *Labiées*, les genres *Valerianella* et *Fedia*, quelques *Capparidées*, etc. On conçoit que lorsque ce rapprochement ne va que jusqu'à déterminer une légère inégalité d'intervalle entre les rangs, il n'entraîne aucune difficulté dans l'observation; mais il en est tout autrement lorsqu'il est assez marqué pour produire la presque fusion de deux rangs voisins, ce qui arrive parfois chez les plantes citées ci-dessus: on peut alors rester indécis sur le nombre des rangs.

14°. *La prédominance d'un ou de deux rangs.* Avec cette disposition coïncide fréquemment un développement beaucoup moindre, ou même l'absence totale d'un ou de plusieurs des autres rangs. C'est ainsi que dans celles des *Caryophyllées* ou des *Paronychiées*, qui offrent le type quaternaire, deux des rangs sont presque toujours bien plus marqués. Ce fait n'est, du reste, qu'un cas particulier de cette grande loi de balancement des organes, loi qui ne souffre pas d'exception dans tout le règne organique, mais dans les manifestations de laquelle on ne peut presque jamais dire quel est des deux phénomènes en rapport celui qui est cause, et celui qui est effet.

15°. *La tendance à l'avortement des rangs de radicules.* Il est des plantes (certains *Linum*), dont la souche est aussi souvent pourvue de radicules qu'elle en est dépourvue. On ne doit donc pas s'étonner, chez elles, lorsque les radicules existent, de voir varier le nombre des rangs de ces dernières; et c'est en effet ce qui a lieu. C'est surtout dans ces circonstances qu'il faut multiplier ses observations pour arriver à connaître la véritable symétrie; il faut, du reste, bien distinguer l'avortement réel de l'avortement apparent, celui-ci étant aisément reconnu par la décortication, lorsqu'elle est possible. Cette tendance à l'avortement se manifeste de deux manières: tantôt le rang ou les rangs presque avortés conservent leur position normale; tantôt, comme nous l'avons déjà indiqué à propos de la treizième cause, ils se rapprochent des autres et finissent même parfois par se confondre avec eux.

16°. *L'absence complète de radicules.* Il arrive, dans certains cas, que la souche est entièrement dépourvue de radicules, tandis que ses divisions en présentent (quelques *Crucifères*, etc.). Il faut alors, si la décortication n'est

pas possible, ou si elle est sans résultat, observer la disposition des radicelles sur les divisions de la souche; cette disposition étant ordinairement la même que sur la souche elle-même.

17°. *L'interruption des rangs de radicelles.* Il est des plantes chez lesquelles les rangs rapprochés et dirigés obliquement offrent, vers leur milieu, un dérangement de symétrie tel, que leur moitié inférieure ne paraît pas être la continuation directe de la supérieure. C'est ce que nous avons noté dans le *Datura stramonium*, et chez quelques *Composées* de la tribu des *Lactucées*.

18°. *La production de radicelles aux nœuds ou à la partie inférieure de la tige ou des rameaux.* Cet effet a lieu dans un grand nombre de plantes; mais il faut se garder de juger de la symétrie des radicelles sur la souche, d'après la disposition que celles-ci présentent sur ces divers points, bien que quelquefois il y ait concordance dans l'arrangement qu'affectent les radicelles sur la souche, sur la base de la tige ou des rameaux et aux nœuds.

19°. *La production de poils, surtout vers le collet.* Il est des plantes où ces poils sont assez développés, alors que les radicelles font défaut, et il importe de ne pas les prendre pour ces dernières, car leur disposition n'a aucun rapport avec celle des radicelles; mais on reconnaîtra facilement à quel organe on a à faire, car les poils tirent leur origine de l'épiderme, et un léger frottement les fait disparaître sans qu'il en reste de trace; tandis que les radicelles partent de points bien plus profondément situés, et sont bien plus résistantes.

A ces causes, en apparence perturbatrices de la symétrie, on pourrait sans doute en ajouter d'autres, mais il nous suffit d'avoir signalé les principales.

## CHAPITRE V. — *Examen de diverses questions relatives à la Rhizotaxie.*

§ I. — *Les caractères tirés de la Rhizotaxie présentent-ils assez d'importance pour que désormais on doive en tenir compte dans les descriptions de familles, de genres, d'espèces?*

Depuis que le célèbre auteur du *Genera* a établi le principe si fécond de la subordination des caractères, en faisant de cette règle une continuelle application dans tout le cours de son immortel ouvrage, il n'est pas un botaniste qui n'ait reconnu combien était fondé cet axiome, qui est la base de tout l'édifice des familles naturelles, savoir : qu'un caractère n'a de valeur

qu'à la condition d'être constant, et que le degré de valeur de ce même caractère se mesure toujours sur son plus ou moins grand degré d'invariabilité.

Après avoir reconnu que les racines, loin d'offrir une disposition arbitraire, affectent une symétrie bien évidente, la première chose à faire pour juger de l'importance de ce caractère était donc de savoir s'il présentait quelque constance, et, à supposer qu'il en fût ainsi, quel en était le degré, ou, si l'on veut, quelle confiance on devait lui accorder.

Il semble que non-seulement on pouvait prévoir *à priori* qu'il existait une symétrie dans l'arrangement des radicelles, mais même que les caractères tirés de la Rhizotaxie devaient avoir un assez grand degré de fixité, et, par suite, une assez grande valeur; car, s'il est vrai que les organes les plus importants pour le végétal soient aussi ceux où se voit le moins d'invariabilité, on ne peut douter que les radicelles ne remplissent une des fonctions les plus essentielles à la vie de la plante, et, conséquemment, que les modifications qu'elles manifestent, surtout quant à leur position, ne doivent tenir un rang assez élevé dans l'échelle des caractères des organes de la nutrition.

Pour vérifier jusqu'à quel point ces idées étaient fondées, nous avons multiplié nos observations sur les plantes vivantes comme sur les plantes sèches. Grâce à l'obligeance, si bien appréciée par tous les botanistes, de M. Lasègue, Conservateur de l'herbier Delessert, nous avons passé en revue la plus grande partie de ces immenses collections. Chaque famille, en particulier, a été pour nous, sous ce rapport, l'objet d'une étude attentive qui nous a permis de reconnaître cette loi fondamentale de la Rhizotaxie: que la disposition des radicelles est fixe pour un individu, pour une espèce, pour un genre, pour une famille, et d'assigner un type à chacun de ces degrés de la classification.

Mais, comme on le pense bien, pour des groupes aussi vastes que le sont les *Crucifères*, les *Ombellifères* et autres, qui ont un type ordinal, nous n'avons pas pu examiner tous les genres, soit faute de temps, soit faute de matériaux. S'il est vrai que nous ne nous abusions pas sur la valeur des caractères rhizotaxiques, nous pensons qu'à l'avenir, dans les monographies de genres, si ceux-ci appartiennent à une famille à type ordinal, on devra indiquer s'ils portent les signes rhizotaxiques de la famille, ou bien s'ils sont une exception à ceux-ci. C'est ainsi que, dans les *Mabacées*, où la disposition tétrastique nous a paru constante, si l'on vient à découvrir que certains genres ont un type différent, il sera essentiel de le noter. On ne négligera pas non plus de signaler la rhizotaxie propre à tel ou tel genre, lorsque celui-ci appartiendra

à une famille sans type ordinal; car non-seulement c'est le seul moyen pour arriver à une connaissance générale touchant la Rhizotaxie de la famille, mais encore ce caractère peut aider, dans certaines circonstances, à déterminer les espèces de ce genre ou à lui rapporter telle ou telle espèce en litige; enfin, il peut servir à confirmer ou à infirmer des affinités douteuses entre certains genres.

On sait que, dans les descriptions d'espèces un peu étendues, il est d'usage de commencer par les caractères extérieurs des racines; nous croyons que ceux qu'on peut tirer de la Rhizotaxie devront occuper le premier rang parmi eux, d'autant plus que les mots *disposition distique*, *tristique* suffiront pour les faire entendre; il sera bon aussi d'y tenir compte de l'angle d'émergence.

§ II. — *Parmi tous les caractères extérieurs des racines, quelle est la valeur de ceux de la Rhizotaxie?*

Cette question, dont la réponse peut être regardée comme un corollaire de celle qui vient d'être développée, se trouve par cela même déjà presque jugée.

Toutes nos recherches établissent en effet que, à part quelques familles et certains genres qui présentent une assez grande ressemblance dans la forme, la direction, la couleur, etc., des diverses parties de leurs racines, il y a moins de constance dans tous ces caractères que dans ceux que l'on tire de la Rhizotaxie, et que, par suite, ces derniers doivent être mis au premier rang. Cette conséquence ressort encore de la connaissance de ce fait, que la distribution des radicelles sur la souche est subordonnée le plus habituellement, sinon toujours, à celle des faisceaux fibro-vasculaires de la plante, ou, si l'on veut, à son squelette intérieur. Enfin, s'il pouvait rester quelque doute à cet égard, il suffirait de se rappeler cet axiome si énergiquement énoncé dans la *Théorie élémentaire* de De Candolle, 3<sup>e</sup> édit., p. 126: « *Après l'existence ou l'absence réelle des organes, ce qui est sans doute le plus important, c'est leur position, car rien n'entre aussi complètement dans l'idée abstraite de symétrie.* »

§ III. — *Du degré d'importance absolue et relative des caractères tirés de la racine, et, en particulier, des caractères rhizotaxiques dans chaque famille.*

La valeur d'un caractère, quel qu'il soit, n'est pas la même dans toutes les familles du règne végétal, et cette valeur, on l'a déjà dit, se juge d'après

le degré de constance de ce même caractère, ou, si l'on veut, d'après sa plus ou moins grande généralité.

L'application de cette règle à l'examen des caractères de symétrie des radicelles nous amène à conclure :

1°. Que la Rhizotaxie a comparativement la plus grande importance dans les *Fumariacées*, les *Papavéracées*, les *Crucifères*, les *Malvacées*, les *Résédacées*, les *Géraniacées*, les *Balsaminées*, les *Hypéricinées*, les *Frankéniacées*, les *Ombellifères*, les *Oënothérées*, les *Lythariées*, les *Convolvulacées*, les *Verbénacées*, les ?*Labiées*, les *Sélaginées*, les *Hydrophyllées*, les ?*Euphorbiacées*, etc., pour chacune desquelles le type nous a paru constant. Et cette conclusion trouve une confirmation des plus manifestes dans ce fait de coïncidence remarquable: que dans chacune des familles ci-dessus énoncées, les autres caractères extérieurs des racines présentent, eux aussi, une assez grande uniformité.

2°. Que cette importance est un peu moindre pour les familles qui présentent deux types, telles que les *Caryophyllées*, les *Paronychiées*, les ?*Portulacées*, les *Polygonées*, les ?*Amaranthacées*, les *Phytolaccées*, les *Violariées*, les ?*Ficoïdes*, les *Rubiacées*, les *Gentianées*, les *Borraginées*, les *Scrophularinées*, les ?*Primulacées*, les *Plantaginées*.

3°. Que cette importance décroît encore dans les familles chez lesquelles, bien que plusieurs genres affectent un type uniforme, quelques autres ont chacun un type particulier, comme c'est le cas pour les *Renonculacées*, les *Solanées*, etc.

4°. Que dans les *Linées*, les *Chénopodées*, les *Légumineuses*, les *Campanulacées*, les *Polémoniacées*, etc., la valeur de la symétrie des radicelles, envisagée relativement à la famille, est aussi réduite que possible, puisque, loin de pouvoir assigner à ces groupes des caractères rhizotaxiques généraux, nous n'observons plus que des types, soit génériques, soit spécifiques, soit individuels.

§ IV.— *Les caractères tirés des racines, et plus particulièrement les caractères rhizotaxiques, peuvent-ils servir à confirmer ou à infirmer les affinités déjà connues des familles et des genres? Ces caractères peuvent-ils, dans certaines limites, mettre sur la voie de nouvelles analogies ou affinités?*

Un premier fait frappe tout d'abord lorsqu'on envisage la disposition des radicelles dans les familles que De Candolle place à la tête du règne végétal: c'est que plusieurs d'entre elles sont caractérisées par le type binaire

sans exception : telles sont les *Crucifères*, les *Papavéracées*, les *Fumariacées*, les *Résédaçées*, les *Géraniacées*, et peut-être les *Rutacées*, ce qui est d'accord avec leurs affinités réciproques. Toutes ces familles ont même dans les autres signes extérieurs des racines une analogie frappante. Dans toutes, la souche est, dans l'origine, très-effilée, longuement pivotante ; les radicelles sont très-grêles, et le caudex ascendant ne se développant qu'assez tard, les feuilles forment dans le premier âge de la plante une rosette ou touffe à la surface du sol.

Mais il n'est pas de familles qui présentent entre elles, sous le rapport des signes extérieurs de la racine, et abstraction faite des caractères rhizotaxiques, une plus grande ressemblance que les *Capparidées* et les *Crucifères*, ce qui confirme pleinement les rapports si généralement admis de ces deux groupes. C'est au point qu'après une longue étude des racines de l'un et de l'autre, on aurait peine à distinguer certaines racines de *Cleome* de celles d'un *Iberis*, par exemple ; mais la Rhizotaxie paraît de nature à établir entre ces deux familles, et à cet égard, un caractère distinctif : car tandis que le nombre II est bien évidemment le type des *Crucifères*, dans les *Capparidées*, au contraire, on observe une assez grande variabilité de type, celui-ci étant tantôt II, tantôt IV, et peut-être même quelquefois III.

La disposition tétrastique appartient aux *Hypéricinées* et aux *Malvacées*, plus essentiellement liée sans doute, dans les premières, à la structure anatomique, comme semblent l'indiquer la forme carrée de l'axophyte et l'opposition des feuilles.

Ce même type se retrouve encore dans les deux genres si voisins l'un de l'autre, *Impatiens* et *Oxalis*, mais il n'est pas constant dans ce dernier. Envisagés sous ce point de vue, ces deux genres ne confirment pas leurs rapports avec les *Géraniacées*. On peut en dire autant des *Linées*, qui, par la variabilité de type qu'elles affectent, ne permettent de rien énoncer de général sur leur compte.

Nous ne parlerons pas des *Renonculacées* ni des *Cistées*, n'ayant pas reconnu de type dans ces familles.

La disposition di-tétrastique appartient à deux familles voisines l'une de l'autre, les *Caryophyllées* et les *Paronychiées* ; on la retrouve dans les *Violariées*, et peut-être aussi dans les *Portulacées* et les *Ficoïdes*. Remarquons que le genre *Frankenia*, qui par le port se rapproche bien plus de certaines *Paronychiées* que des *Sawagésiées*, auxquelles quelques auteurs le réunissent, n'a bien certainement que deux rangs de radicelles, tandis qu'il y en a cinq dans les genres *Sawagesia* et *Lavradia*.

La grande famille des *Légumineuses* n'a pas de type ordinal; mais voyons si les diverses tribus ou sections qu'on y admet ont quelque chose qui leur soit propre.

Dans la tribu des *Viciées*, on peut remarquer qu'à l'exception du *Faba vulgaris*, dont la racine présente une symétrie particulière, peut-être liée à un assez grand développement de la souche, et du genre *Orobus* dont les espèces ont des racines tubéreuses ou fasciculées, les trois genres *Vicia*, *Lathyrus* et *Ervum* sont caractérisés par le type ternaire, ce qui s'accorde avec la grande affinité réciproque de ces trois genres. Notons cependant que le genre *Cicer*, qui appartient à ce groupe, fait par son type quaternaire défaut à cette uniformité.

Dans la tribu des *Lotées*, nous avons déterminé les caractères rhizotaxiques pour un assez grand nombre de genres appartenant aux diverses sections des *Trifoliées*, des *Génistées*, des *Galégées* et des *Astragalines*. La section des *Trifoliées* nous a montré le type générique dans les genres *Trifolium*, *Trigonella* et *Pocockia*: ce type est III dans tous les *Trifolium* et dans le *Pocockia græca*; il est II dans tous les *Trigonella*, à l'exception du *T. hybrida*, chez lequel nous avons observé trois rangs. Peut-être le type III appartient encore aux *Dorycnium*, mais nous n'avons pu le constater que sur le *D. parviflorum*. Au contraire, dans les genres *Medicago* et *Melilotus*, si voisins l'un de l'autre, nous avons vu le type varier avec les espèces, et être II-IV pour le premier, II-III-IV pour le second; nous n'avons remarqué que ces deux derniers nombres dans les *Lotus*.

Dans la section des *Génistées*, toutes les espèces d'*Anthyllis* et d'*Ononis*, de *Lupinus* et de *Leobordea* sont caractérisées par le type binaire, de même sans doute que les *Genista* et les *Spartium*; car un pied de *Genista sagittalis* nous a offert deux rangs bien évidents, et cette même disposition s'est représentée sur des *Spartium* en état de germination.

Dans la section des *Galégées*, c'est le nombre III qui prédomine. Il caractérise les genres *Indigofera*, *Swainsona* (une espèce), *Lessertia*; tandis que le nombre II appartient aux deux genres *Dalea* et *Petalostemon*, et peut-être aussi au *Galega officinalis*.

Enfin, dans la section des *Astragalines*, les *Astragalus* nous ont donné le type binaire, à l'exception des *A. hamosus* et *bæticus*, lesquels, comme une espèce du genre *Phaca*, présentaient le type tristique. Cette dernière disposition se retrouve dans les *Bisserula*.

Dans la tribu des *Hédysarées*, les genres chez lesquels nous avons observé la symétrie des racines appartiennent aux trois sections qui composent cette tribu: les *Coronillées*, les *Euhédysarées* et les *Althagées*.

Le nombre III s'est trouvé presque constant dans la section des *Coronillées*. Il est général dans les genres *Coronilla*, *Scorpiurus*, *Ornithopus*, *Arthrolobium*, *Hippocrepis*; tandis que dans la section des *Euhédysarées*, si ce même nombre se retrouve encore, il est vrai, dans tous les *Onobrychis*, dans les *Smithia*, dans les *Uraria crinita* et *lagopodioides*, il manque du moins comme type unique dans la plupart des autres genres. Nous en avons bien certainement constaté la présence chez l'*Æschynomene paucijuga* et deux autres espèces de ce genre; mais, à part ces exceptions, le nombre IV est général dans les *Æschynomene*, en même temps qu'il caractérise le *Desmodium diffusum* et la moitié des espèces d'*Hedysarum*, l'autre moitié offrant le type binaire. La disposition distique ne souffre pas d'exception dans les genres *Zornia*, *Adesmia*, et est peut-être propre aussi à l'*Arachis hypogæa*. Enfin, dans la section des *Alhagées*, l'*Alysicarpus*, seul genre par nous examiné, nous a montré le type IV.

Nous ne laisserons pas passer l'occasion de faire remarquer que l'*Uraria lagopodioides*, qui avait été mis par Linné au nombre des *Hedysarum*, serait, quant à ses caractères rhizotaxiques, une exception dans ce genre, s'il y était encore rapporté. De Candolle lui a assigné, d'après ses caractères floraux, la place qu'il occupe aujourd'hui, et l'on a pu voir que, sous le rapport de la symétrie des racines, il ne diffère pas de l'*Uraria crinita*.

Dans la tribu des *Phaséolées*, les vraies *Phaséolées* nous ont donné le nombre IV dans les genres *Dolichos* et *Phaseolus*; tandis que, dans la section des *Kennédyéés*, il n'y avait que trois rangs chez le *Kennedya arabica*.

Négligeant ici les *Polygalées*, les *Rosacées*, les *Saxifragées* et les *Crassulacées*, familles au sujet desquelles nous ne pourrions rien dire de précis, nous arrivons à quelques groupes chez lesquels l'uniformité des caractères rhizotaxiques vient corroborer les rapports qu'établissent entre eux leurs organes floraux. C'est ainsi que la disposition tétrastique appartient à la fois aux *Lythariées* et aux *Onagrariées*, deux familles qui ont entre elles une affinité incontestable, bien que l'ovaire soit adhérent dans l'une, libre dans l'autre.

Ce même type IV se retrouve dans la plupart des *Rubiacées* et dans les *Operculariées*, qui s'en rapprochent tant; dans les *Dipsacées* et les *Ombellifères*, et même dans le genre *Panax*, qui confirme ainsi les rapports si évidents des *Araliacées* avec ces dernières.

Les *Valérianées* et les *Campanulacées* n'ont entre elles de commun que d'offrir dans leurs genres une grande variabilité de type.

La vaste famille des *Composées*, bien qu'elle n'offre pas non plus de type ordinal, se prête cependant à quelques considérations intéressantes. Si l'on

jette les yeux sur le tableau que nous avons tracé de cette famille, on verra que le type binaire appartient presque uniquement à tous les genres de la tribu des *Liguliflores* ou des *Chicoracées*, tribu que Cassini (*Synanthér.*, t. I, p. 395) regardait comme la plus naturelle des trois, et que A.-L. de Jussieu, qui l'élevait au rang de famille, avait avant lui si bien caractérisée par ces mots : *ordo apprime naturalis*. Si nous ne faisons pas erreur, trois genres seulement se sont montrés comme exceptions, quant à la symétrie de leurs racines, à l'uniformité rhizotaxique de cette tribu : les genres *Scolymus*, *Cichorium* et *Catananche*. Or on sait que, sous le rapport des caractères de la végétation, le premier des trois se rapproche beaucoup plus de certaines *Carduacées*, et en particulier de quelques *Carduus*, que de la plupart des *Liguliflores*; et quant aux deux autres, nous rappellerons qu'un homme dont on ne contestera pas sans doute la compétence toutes les fois qu'il s'agira de l'organisation des *Synanthérées*, Cassini avait déjà dit à leur sujet : « 1° Que le genre *Cichorium* est un genre anomal ayant peu d'affinité avec » les autres genres, et qui doit être placé à une extrémité de la série » (*Synanthér.*, t. I, p. 392). 2° Que les *Catananches* s'éloignent un peu des » autres *Lactucées* (c'est le nom que Cassini donne à la tribu des *Chicoracées* » ou *Liguliflores*) par plusieurs traits de leur organisation, qui semblent les » rapprocher des *Mutisiées* et des *Carlinées*. (CASS., dans *Dict. Sc. nat.*, t. VII, » p. 265.) » Ces faits n'ont pas besoin de commentaire.

Nous ajouterons que le même auteur avait encore remarqué que « les » *Scorzonérées* (il appelait ainsi une sous-tribu) ont souvent une racine perpendiculaire, longue, forte, cylindrique (*Sinanthér.*, t. I, p. 419). »

Nous, nous croyons pouvoir généraliser davantage et dire que ces caractères, unis le plus ordinairement à un faible développement des radicelles, se retrouvent dans la plupart des genres de la tribu des *Liguliflores*, laquelle se distingue bien des deux autres, et par une grande uniformité dans ses caractères rhizotaxiques, et par une uniformité presque aussi marquée dans tous les autres caractères de la racine. Nous avons déjà insisté ailleurs sur cette coïncidence de caractères qui ne doit pas surprendre, et dont ces nouveaux faits ne sont qu'une nouvelle confirmation.

Nous avons déjà fait observer, au début de cette section, que plusieurs familles qui, comme les *Fumariacées*, les *Papavéracées*, les *Crucifères*, présentaient bien décidément le type binaire, affectaient aussi la plus grande uniformité dans tous les autres signes tirés de la racine. Eh bien, si nous ne nous faisons pas illusion, les caractères accessoires pris dans les racines des *Chicoracées* ont avec ceux des familles ci-dessus citées la plus grande analogie ;

en sorte que l'on pourrait peut-être émettre cette proposition générale, que dans la plupart des plantes qui affectent dans leur rhizotaxie le type binaire, la souche présente à l'extérieur des caractères presque identiques.

Nous croyons devoir encore rapporter ici un fait relatif aux *Chicoracées*, et qui nous semble bien montrer combien la connaissance du type dans une famille peut éclairer sur le vrai type de quelques genres ou de quelques espèces qui paraissent, au premier abord, faire exception au caractère ordinal. Si l'on examine les racines de plusieurs pieds de *Lapsana communis*, on verra sur les uns deux rangs, sur les autres trois, sur les autres quatre, en sorte qu'on dira que, dans cette espèce, il n'y a que des types individuels; mais si l'on se rappelle que cette plante appartient à une tribu où le type binaire est à peu près constant; si l'on voit que d'autres espèces de ce genre *Lapsana* (*L. intermedia*, *minima*) offrent le type binaire, et qu'enfin, lorsqu'il y a plus de deux rangs dans le *L. communis*, deux d'entre eux sont presque toujours bien plus développés, on sera porté à assigner également au *L. communis* le type binaire, tout en spécifiant que, dans cette plante, il y a une tendance vers un type plus fort, ou, si l'on veut, vers un *type maximum*. Il faudrait peut-être admettre chez le *Senecio vulgaris* une tendance contraire, c'est-à-dire vers le *type minimum*, puisque, dans cette plante, le nombre des rangs de radicelles descend souvent de quatre ou cinq à trois ou à deux.

» Enfin, dans cette même famille des *Composées*, la Rhizotaxie vient confirmer la séparation de deux genres très-voisins, en leur assignant ainsi un nouveau caractère différentiel: il s'agit des deux genres *Filago* et *Gnaphalium*. Willdenow avait cru devoir placer le *Filago germanica* de Linné au nombre des *Gnaphalium*; la plupart des auteurs modernes, au contraire, s'accordent à voir dans cette espèce un *Filago*, opinion à laquelle la Rhizotaxie vient donner un nouveau poids, en montrant dans cette plante la présence du type III, c'est-à-dire du type propre au genre *Filago*; tandis que, dans les *Gnaphalium*, il y a soit quatre, soit cinq rangs.

Dans les monopétales hypogynes, le nombre IV nous a semblé constant dans les *Convolvulacées*. Ce même nombre se retrouve dans les *Sélaginées*, les *Verbénacées* et les *Labiées*, trois familles unies par des liens étroits, mais dont la dernière paraît offrir aussi parfois le nombre II, ce qui établirait le passage des *Labiées* aux *Scrophularinées*, celles-ci, de même que les *Gentianées*, affectant le double type II-IV. Ce dernier nombre est encore celui qui représente la symétrie des *Borraginées*; mais dans ces dernières, le nombre IV est en quelque sorte exceptionnel, puisque, jusque dans ces derniers temps, nous ne l'avions observé que chez quelques *Heliotropium*, ce qui portait à penser

que le nombre II était caractéristique des vraies *Borraginées*, des *Borraginées* à ovaire gynobasique; mais nous avons encore constaté depuis cette même disposition quaternaire sur quelques espèces du genre *Cerithe*.

Enfin, il est dans cette classe trois familles dans lesquelles on reconnaît peut-être plus tard l'existence du type quinaire; mais, dans nos recherches, les résultats ayant varié, nous avons dû rester dans le doute. La diversité de ceux-ci a été surtout notable dans les *Polémoniacées*; car, dans les *Solanées* et les *Apocynées*, le nombre V paraît prédominer.

Dans les apétales, la disposition tétrastique est constante chez les *Euphorbiacées*. Ce nombre IV se retrouve associé au nombre III dans les *Polygonées*, au nombre II dans les *Phytolaccées*, les *Amaranthacées*, et peut-être aussi dans les *Urticées*; et il est à remarquer que la plupart de ces plantes offrent une assez grande uniformité dans les autres caractères de la racine. La souche est ordinairement blanchâtre, excepté au collet, où sa couleur tire souvent sur le rouge; elle est longuement pivotante, et présente une forte adhérence de l'écorce au bois. Les radicules naissent habituellement à angle droit, et sont assez tenaces. Toutefois il est vrai d'ajouter que si, dans la majeure partie de ces plantes, la souche est charnue-succulente, dans d'autres, elle est au contraire grêle, résistante, très-dure et parfois flexueuse, comme on peut le voir dans le *Polygonum aviculare*.

§ V. — *La symétrie des radicules est-elle d'autant plus prononcée dans une famille et dans un genre, que ceux-ci sont plus naturels?*

Toutes les observations déjà faites dans le cours de ce travail permettent de résoudre pertinemment cette question, et d'établir qu'il n'y a rien d'absolu à cet égard. En effet, si dans des familles éminemment naturelles, telles que les *Papavéracées*, les *Fumariacées*, les *Crucifères*, les *Malvacées*, etc., on observe, pour chacune d'elles, un type invariable, il en est d'autres qui ne le sont pas moins, et qui n'ont cependant pas de type ordinal: c'est le cas pour les *Solanées*, les *Campanulacées*, les *Légumineuses*, les *Synanthérées*, etc. Serait-il exact de dire que celles-ci offrent dans leur système floral des variations plus grandes que les premières, et qu'il y a une certaine concordance, sous ce rapport, entre la symétrie de la fleur et celle de la racine? C'est là une idée plutôt spécieuse que fondée. Rappelons néanmoins que, dans les *Composées*, la tribu des *Liguliflores*, c'est-à-dire la plus naturelle des trois de cette famille, est la seule qui ait un type.

Ce qui vient d'être énoncé au sujet des familles est entièrement applicable

aux genres. On ne peut pas dire que le genre *Nigella* ne soit pas naturel; on ne dira pas non plus qu'il est moins naturel que le genre *Delphinium*. et cependant celui-ci nous a paru offrir une uniformité de type qui manque dans les *Nigella*. Les Légumineuses nous présenteront aussi plusieurs genres également naturels; mais dans les uns il y a un type générique bien marqué, dans les autres il n'y a que des types d'espèce.

§ VI. — *La symétrie que présentent les radicelles sur la souche se maintient-elle sur les divisions de celle-ci?*

Bien que nous ne puissions pas donner à cette question une réponse péremptoire, cependant un bon nombre de faits nous portent à penser que, dans la majorité des cas, sinon toujours, cette proposition doit être résolue par l'affirmative: c'est ce que semblent démontrer encore les résultats que nous avons obtenus de la germination de certaines plantes dans des milieux où elles n'éprouvaient aucune gêne. Et, en effet, les racines des *Phaseolus*, des *Dolichos*, des *Faba*, nous ont montré presque constamment le même nombre de rangs sur les divisions de la souche ou même sur les radicelles, quand celles-ci en portaient d'autres, que sur la souche elle-même.

§ VII. — *Les radicelles de deux rangs opposés, ou de tous les rangs d'une même souche, observent-elles, les unes à l'égard des autres, une certaine symétrie de position?*

Il est possible que plus tard des observations, réitérées dans le but d'éclaircir cette question, fassent découvrir quelque loi relative à la position respective des radicelles de deux ou de tous les rangs d'une même souche; mais jusqu'ici nous n'avons pu remarquer rien de fixe dans cet arrangement. Tantôt, et sur la même plante, sur deux mêmes rangées, les radicelles nous ont paru être alternes, et tantôt opposées, bien que le premier cas soit sans doute le plus fréquent; tantôt à une radicelle d'un des rangs correspondent deux ou trois radicelles dans le rang opposé, et tantôt, sur une même souche, toutes les radicelles naissent par petits groupes. Nous signalerons cependant quelques plantes chez lesquelles il y a une sorte de symétrie sous ce rapport. C'est ainsi que, dans le genre *Impatiens*, dans les *Polygonum fagopyrum* et *convolvulus*, qui présentent le type quaternaire, nous avons vu assez fréquemment que les radicelles affectaient une position verticillée, du moins dans la partie supérieure de la souche; car presque jamais cette symétrie ne se maintenait jusqu'au bas de celle-ci.

§ VIII. — *La disposition des rangs de radicules sur la souche a-t-elle quelque rapport avec celle des cotylédons, avec celle des feuilles ou la ramification des tiges, avec la symétrie de la fleur?*

Dans le plus grand nombre des cas, lorsqu'il n'y a que deux rangs de radicules sur la souche, ceux-ci sont sur la même ligne que les cotylédons; mais cette règle est loin d'être générale. Si elle paraît pouvoir s'appliquer à des familles entières, comme cela a peut-être lieu pour les *Crucifères*, plusieurs faits nous permettent d'établir qu'elle est sujette à varier dans une même famille, un même genre, et probablement aussi dans la même espèce. Nous avons remarqué en outre que, lorsque le nombre des rangs est de quatre, il n'est pas rare de voir plus développés les deux d'entre eux qui correspondent au dos des cotylédons, phénomène dont on pourrait donner, ce nous semble, une explication physiologique.

Quant à la question de savoir s'il existe un rapport entre l'arrangement des feuilles ou la ramification des tiges, et la symétrie des radicules, elle nous semble, à quelques exceptions près, devoir être résolue négativement.

Dans les plantes à tige carrée, avec des feuilles opposées ou verticillées coexistent ordinairement quatre rangs de radicules ou quelquefois deux; mais ce même type IV est général dans les *Malvacées*, les *Convolvulacées*, etc., et rien dans les organes extérieurs de nutrition de ces plantes ne s'accorde avec une telle disposition.

De ce que le nombre IV se retrouve à la fois dans la symétrie de la fleur et des racines des *Onagrariées* et de quelques *Lythraires*, et qu'il en est ainsi du nombre II dans les *Fumariacées* et les *Papavéracées*, on ne s'autorisera pas non plus de ce rapport pour en tirer la conclusion, qu'il existe une analogie entre le système floral et le système des racines; car les *Ombellifères* offrent aussi pour symétrie quatre rangs de radicules, les *Crucifères* deux rangs, et rien dans la fleur de ces deux familles ne correspond à ces nombres.

§ IX. — *La Rhizotaxie peut-elle servir, dans certains cas, à éclairer sur la véritable nature des organes? — Détermination de la nature des tubercules des Légumineuses.*

Il est des questions qui sont encore loin d'être jugées de la même manière par tous les physiologistes, et à la solution desquelles nous semble devoir puissamment concourir la connaissance des lois rhizotaxiques. On peut même remarquer que, dans le nombre des parties des végétaux dont la nature est

encore un sujet de litige, la plupart appartiennent au groupe des organes hypogés. Bien que l'on ait depuis longtemps signalé les caractères qui distinguent les tiges ou rameaux souterrains des racines, ces caractères ne sont pas toujours tellement tranchés, qu'il ne reste quelque incertitude dans l'application qu'on en fait. C'est ainsi qu'on est loin d'être d'accord sur la nature des tubercules des *Orchis*, des *Oxalis*, du *Taraxacum bulbosum*, du *Corydalis bubosa*, des *Cyclamen*, etc. La détermination de celle-ci sera rendue bien plus facile, si l'on a présentes à l'esprit les deux propositions suivantes :

1°. Si les organes en question ne sont que des souches d'une forme particulière, on devra observer sur elles la superposition des radicelles, et au moins deux rangs de celles-ci. Et l'on ne saurait ici s'autoriser de l'absence de radicelles sur ces sortes de corps pour considérer ceux-ci comme des souches, en disant que le grand développement qu'ont pris ces mêmes corps a fait avorter les radicelles; car quelque grand développement qu'ait pris la souche de la *Carotte*, du *Navet*, on y observe toujours des radicelles, ou, tout au moins, les traces d'origine de celles-ci.

2°. On aura de très-fortes raisons pour regarder ces organes comme des racines, si l'on retrouve en eux la symétrie des radicelles propre à la famille ou au genre auxquels ils appartiennent, à supposer que cette famille ou ce genre aient un type.

La détermination de la véritable nature de la partie renflée de la *petite Rave* (*Raphanus sativus*) est aujourd'hui bien connue, grâce aux importantes recherches sur ce point de Turpin d'abord (*in Ann. Sc. Nat.*, 1<sup>re</sup> série, p. 312), et, dans ces derniers temps, de M. Gaudichaud (*Recherches sur l'Organ. des Végét.*, p. 16 et 103, Pl. XI). En suivant pas à pas toutes les phases de la germination et du développement de cette plante (voyez la belle Planche de ce dernier Mémoire), ces deux savants ont constaté que la majeure partie du *Radis* était formée par la tige, et que ce n'était guère qu'à partir du tiers inférieur du corps renflé, ou même au-dessous, que commençait la racine; car c'est là que correspond le collet primitif de la plante. L'apparition des radicelles en ce point seulement, et leur absence dans les deux tiers au moins du corps du *Radis*, viendrait, s'il en était besoin, donner une nouvelle confirmation à ce fait.

La Rhizotaxie est peut-être appelée à rendre raison de la conformation singulière des racines de certaines plantes. Dans ses *Opuscules phytologiques*, vol. II, p. 390, Cassini, dans un chapitre sur la racine du *Myosurus minimus*, ne décide pas si l'on doit regarder comme tige ou comme racine le caudex cylindrique et blanchâtre qui se trouve au-dessous des points d'origine des

pédoncules. Bien que l'absence de radicules sur la plus grande partie de ce caudex nous porte à penser qu'il représente la tige, cependant nous n'avons pas fait une étude assez approfondie de cette plante pour résoudre pertinemment cette question. Nous ferons seulement remarquer que cette disposition est loin d'être particulière à la plante dont il s'agit; qu'on la retrouve dans le genre *Ceratocephalus*, et que quelque chose d'analogue s'observe dans plusieurs *Sedum* et *Crassula* (*S. Magnolii*, *verticillatum*; *C. cœrulea*, etc.); mais dans ces deux derniers genres, tantôt l'axe se prolonge au-dessous du verticille des radicules, et tantôt il cesse au point où se montre celui-ci.

Parmi les organes qui ont jusqu'ici le plus embarrassé les physiologistes. quant à leur véritable nature, il faut mettre au premier rang les tubercules que l'on rencontre si fréquemment sur les racines des *Légumineuses*. Dans son grand et beau Mémoire sur cette famille, De Candolle s'est exprimé ainsi à leur sujet (*voyez* p. 65) : « Quelques *Légumineuses*, telles que les *Ornithopus* » ou les *Lotus*, présentent déjà, à l'époque de leur germination, ces petits » tubercules charnus et obovés qu'on observe sur leurs racines adultes. Plus » sieurs personnes les ont pris pour des champignons analogues aux *Sclero-* » *tium*, mais je ne saurais partager leur opinion. » On n'a pas avancé depuis, que nous sachions, dans la connaissance de ces organes dont une étude attentive, aidée de l'application des lois rhizotaxiques, nous a mis à même, nous le croyons du moins, de déterminer la nature.

Si l'on examine comparativement, sous ce rapport, des plantes de cette famille, ayant germé les unes dans le sol, les autres dans un milieu où elles n'éprouvaient aucune gêne, on remarquera que celles-ci sont presque constamment dépourvues de ces tubercules qui se montrent en plus ou moins grande quantité sur les premières; et de plus, que, tandis que les plantes qui ont crû dans le sol offrent de nombreuses lenticelles, ces organes font constamment défaut sur les autres.

L'observation simultanée des lenticelles et des tubercules sur quelques *Æschynomene* par exemple, plantes chez lesquelles ces derniers sont généralement très-nombreux, fera reconnaître avec la plus grande évidence les faits suivants :

1°. Les tubercules au voisinage du collet commencent par être peu développés, tandis que les lenticelles de la tige, qui sont très-nombreuses vers le bas de celle-ci, sont d'autant plus développées, qu'elles approchent davantage du collet; elles se dilatent, finissent même par se relever légèrement en bosse, si bien qu'on observe une transition insensible des tubercules aux lenticelles.

2°. Les lenticelles au voisinage du collet sont souvent en lignes dont le nombre varie; les tubercules continuent sur la souche la direction des premières, étant souvent comme elles disposés en lignes.

3°. Le nombre des rangs de tubercules n'est pas le même que le nombre des rangs de radicules de la même souche, et il n'y a ordinairement aucun rapport entre ces deux nombres. Très-souvent aussi ces tubercules ne sont pas en lignes, et paraissent disposés sans ordre apparent.

4°. Il est assez fréquent de voir un assez grand nombre des tubercules de la souche sur les lignes d'origine des radicules; et ils servent parfois merveilleusement, dans certains cas douteux, à indiquer et le nombre des rangs de radicules, et leur direction oblique.

5°. Quelques-uns des tubercules qui se trouvent sur les rangées des radicules présentent, soit à leur base, soit sur leur milieu, une radicule qui s'en dévient quelquefois de sa direction.

Tous ces faits, et surtout le passage gradué, que l'on observe au collet des lenticelles aux tubercules, nous paraissent parler hautement en faveur de l'opinion qui consiste à ne voir dans ces deux corps qu'un même organe dont les dimensions et la forme sont modifiées d'une manière différente par suite de la diversité des milieux dans lesquels ils se trouvent. On ne serait pas en droit, d'ailleurs, d'arguer du grand développement relatif des tubercules pour se refuser à voir en eux des *lenticelles de racines*, puisque les auteurs s'accordent à ranger parmi les lenticelles les éminences si nombreuses, et sous forme de verrues, que porte la tige de l'*Evonymus verrucosus*, L. (Voyez ACH. RICH., *Élém. de Bot.*, 7<sup>e</sup> édit., p. 70.)

Si l'on hésitait encore à rapporter les tubercules en question aux lenticelles, nous demanderions à quelle espèce d'organe on voudrait les assimiler. Serait-ce à des glandes? Mais on aurait, ce nous semble, tout autant de raison de rapporter à ces dernières les tubercules du *Fusain galeux* que nous citons tout à l'heure. Et, après tout, nous ne voyons pas entre les glandes et les lenticelles une différence bien tranchée. N'avait-on pas appelé d'abord celles-ci *glandes lenticulaires*? Les lois de la Rhizotaxie ne permettent plus de s'arrêter un instant à l'idée que les tubercules des *Légumineuses* représentent des radicules avortées ou métamorphosées, puisque, si sur une souche qui offre un nombre de rangs de radicules bien caractérisé, plusieurs de ces tubercules sont sur les lignes mêmes des rangs, un non moins grand nombre en est tout à fait indépendant et comme distribué au hasard.

Que si l'on objectait que les tubercules dont il s'agit sont propres aux *Légumineuses*, tandis que les lenticelles des tiges sont beaucoup plus géné-

ralement répandues, nous répondrions que ce n'est pas une raison probante, vu que les *Légumineuses* pourraient être les seules à présenter dans l'organisation de leur racine les conditions nécessaires à la production des lenticelles. De plus, bien qu'il soit vrai de dire que, les *Légumineuses* exceptées, ces tubercules sont très-rares dans la plupart des autres familles, cependant nous nous souvenons d'en avoir rencontré dans nos recherches sur deux ou trois autres plantes, et entre autres, si notre mémoire ne nous trompe pas, sur un *Sideritis*.

§ X. — *La symétrie des radicelles sur la souche est-elle liée à une disposition anatomique particulière?*

*A priori*, cette question pouvait presque être résolue par l'affirmative. Il existe si souvent dans tous les organismes, soit végétaux, soit animaux, des relations intimes manifestes entre la structure interne et la disposition extérieure des parties, que l'on est déjà, par cette seule donnée, rationnellement en droit de conclure que le nombre des rangs de radicelles doit se trouver lié à un arrangement particulier des tissus de la plante. A l'appui de cette idée théorique, et comme une nouvelle présomption, on peut citer les beaux résultats obtenus par M. Lestiboudois (*Études sur l'Anatomie et la Physiologie des végétaux*) sur les rapports qui existent dans un même végétal entre la symétrie des feuilles et la distribution des faisceaux de la tige. Enfin, ces prévisions se trouvaient en partie confirmées par ce fait que, si dans quelques plantes à tige cylindrique, comme les *Ombellifères*, les *Malvacées*, les *Convolvulacées*, etc., la disposition est tétrastique, cependant ce nombre IV appartient presque sans exception aux familles et aux genres dont les plantes sont caractérisées par la forme carrée de leur tige et souvent aussi de la souche. Bien que nos recherches dans le but d'arriver à une démonstration positive de cette vue n'aient pas été très-nombreuses, cependant, au milieu des résultats douteux ou peu probants que nous avons notés, il en est quelques-uns de parfaitement concluants. C'est ainsi que, dans les *Lupins*, où la disposition est distique, nous avons constaté la présence de deux faisceaux dans la souche; dans les *Vicia*, où le type est III, il y en avait trois dans celle-ci, tandis que la tige en offrait quatre. Dans les *Convolvulus*, le *Mercurialis annua*, le *Phaseolus vulgaris*, le *Dolichos pruriens*, avec la disposition tétrastique existent quatre faisceaux dans la souche, et on les retrouve encore dans la tige, mais quelquefois avec quatre autres dans ces deux dernières plantes. Il y avait encore quatre faisceaux dans la souche du *Ballota nigra*, dans celle du *Chenopodium album*; enfin, dans le *Faba vulgaris*, aux

variations dans le nombre des rangs de radicules nous avons vu correspondre des variations identiques dans le nombre des faisceaux de la souche. Il est même des plantes où cette corrélation est tellement évidente, qu'il n'est pas besoin d'instruments grossissants pour se convaincre de sa réalité. C'est ainsi que dans la *Balsamine*, qui offre si manifestement le type IV, il suffit de soulever l'écorce de la souche pour apercevoir à l'œil nu, au-dessous d'elle, quatre gros faisceaux entre lesquels s'en trouvent, il est vrai, quatre autres, mais beaucoup plus petits. Si on laisse macérer dans l'eau cette partie de la plante jusqu'à ce que le tissu cellulaire soit détruit, on reconnaît cet autre fait, que les radicules ne naissent pas sur le trajet des quatre gros faisceaux, mais que les rangs de ces radicules correspondent au milieu de l'espace qui sépare deux faisceaux voisins, lesquels entrent pour une part égale dans la formation de chacune d'elles. En effet, de deux des points latéraux et exactement opposés de ceux-ci partent à angle droit deux lamelles fibreuses qui, venant directement à l'encontre l'une de l'autre, se réunissent en un seul faisceau qui va constituer le système fibreux de la radicule (\*). Lorsqu'il est réduit ainsi à ses éléments fibreux, le pivot de la racine représente assez bien un réseau à claire-voie. Cette observation n'est peut-être pas sans importance, en ce qu'elle prouve: 1° que la superposition des radicules de la souche résulte de la structure anatomique; 2° que le nombre des rangs de radicules est en rapport avec le nombre des faisceaux de la souche; 3° que la direction oblique qu'affectent parfois les lignes de radicules est, comme nous l'avons avancé à propos de la première loi, constamment subordonnée à la direction des fibres de la souche. Cette dernière proposition reste vraie pour les cas où les lignes de radicules, au lieu de correspondre à l'intervalle de deux faisceaux de fibres, sont sur un même plan vertical avec celles-ci, et n'ont qu'un seul point d'origine. Enfin, on se rappelle que, dans plusieurs des plantes de quelques familles (*Fumaria*, *Légumineuses*, *Spinacia*, etc.), la souche est parcourue dans sa longueur par des sillons dont le nombre correspond habituellement à celui des rangs de radicules, celles-ci émanant de ces mêmes sillons. Nous avons de fortes raisons de penser que ces dépressions longitudinales correspondent aux intervalles qui séparent deux faisceaux fibreux de la souche, et qu'elles dénotent un double point d'origine dans

---

(\*) Nous ne tenons compte ici que de l'apparence qui a lieu dans la plante adulte; car les faisceaux fibro-vasculaires des radicules, loin de n'être qu'une continuation de ceux de la souche, s'organisent au contraire au voisinage de ceux-ci, avec lesquels ils entrent ordinairement plus tard en connexion.

les radicelles. L'anatomie de la souche du *Lupin* nous a confirmé dans cette opinion.

§ XI. — *La différence des sexes dans les végétaux a-t-elle quelque influence sur la symétrie de leurs racines?*

Les différences qui distinguent les individus mâles des pieds femelles dans le règne végétal sont, à quelques exceptions près, et en ne faisant pas entrer en ligne de compte les organes floraux, tellement légères, ou du moins si peu manifestes à l'extérieur, qu'on a tiré parti de cette uniformité comme d'un nouveau caractère propre à séparer les plantes des animaux. Tout portait donc à penser que cette ressemblance, déjà si générale dans la plupart des organes de nutrition entre les individus végétaux des deux sexes, se maintiendrait dans leurs racines. Nos observations, sous ce rapport, n'ont pas été assez nombreuses pour qu'il nous soit permis d'émettre une opinion motivée sur ce point; cependant nous devons dire que l'examen comparatif d'un très-grand nombre de racines de pieds mâles et femelles du *Mercurialis annua* ne nous a laissé entrevoir entre les unes et les autres aucune différence.

**QUESTION EN DEHORS DE LA RHIZOTAXIE.**

*Le nombre des radicelles sur la souche présente-t-il quelque fixité dans les divers degrés de la classification?*

Une observation, que l'on doit à M. Girou de Buzareingues, semblerait indiquer que, du moins dans certains cas, le nombre des radicelles sur la souche n'est pas tout à fait arbitraire: « J'ai compté, dit cet auteur, sur un pois 66 radicelles sur le trajet de sa racine, et 66 nervures principales dans ses feuilles. » (*Mém. sur l'Évol. des plant., lu à l'Acad. des Sc. le 29 août 1831.*) Nous avons vainement cherché à constater, sur des plantes de la même famille, des faits analogues à celui qui vient d'être énoncé; nous pensons qu'il est dû à une coïncidence tout accidentelle, car les propositions qui suivent ne nous paraissent pas de nature à être contestées:

1°. Le nombre des radicelles sur la souche n'a rien de fixe, ni pour une

même famille, ni pour un même genre, ni pour une même espèce, ni pour un même individu.

2°. Mais il est des familles, et dans celles-ci certains genres, dans ces genres certaines espèces, dans l'essence desquels il entre d'avoir un nombre de radicelles plus grand ou plus petit que d'autres familles de la même classe, que d'autres genres de la même famille, que d'autres espèces du même genre. Certains auteurs, frappés de ce que, dans quelques familles, dans quelques genres, dans quelques espèces, un développement considérable de la souche coïncide avec la présence d'un très-petit nombre de radicelles, ont voulu voir entre ces deux phénomènes une relation de cause à effet, et les ont rapportés à la loi de balancement. Mais plusieurs faits autorisent à penser que cette opinion n'est pas fondée. Et, en effet, si dans la tribu des *Chicoracées* et dans plusieurs plantes de la famille des *Ombellifères*, on n'observe qu'un petit nombre de radicelles avec un assez grand développement de la souche, il n'y a là, ce nous semble, qu'une simple coïncidence dépendant de l'essentialité même des plantes qui la présentent; car, dans les *Gomphrena*, dans le *Datura stramonium*, et plusieurs plantes appartenant aux familles des *Solanées* et des *Chénopodées*, une forte dilatation de la souche est accompagnée de la présence d'innombrables radicelles.

3°. Après ce qui tient à l'essence même du végétal, l'influence des milieux ambiants a une grande part dans la production d'un plus ou moins grand nombre de radicelles. Cette proposition n'a pas besoin de développements.

Nous n'aurions rien de bien particulier à dire sur les autres caractères extérieurs et accessoires des racines, tels que la forme, les dimensions, la direction et la couleur, et nous nous dispenserons d'en traiter ici.



## DEUXIÈME PARTIE.

DE LA

### DÉTERMINATION DE LA VÉRITABLE NATURE DES RADICELLES.

---

Si nous ne nous faisons pas illusion, la question de la véritable nature des radicelles était une question insoluble tant qu'on ne connaissait pas les lois qui président à leur distribution sur la souche. Depuis que Linné a dit : *Sciant nullam partem universalem magis valere quam illam a situ* (*Class. plant.*, p. 487), tous les botanistes ont admis ce principe qui a été si fécond dans les mains de A.-L. de Jussieu, de L.-C. Richard, de De Candolle, de MM. A. de Saint-Hilaire et Dunal, etc., savoir, que le plus sûr moyen pour arriver à la connaissance d'un organe, quel qu'il soit, se tire de sa position. Cette règle, qui permet, si l'on peut ainsi dire, de dévoiler les secrets de la nature, et qui n'est pas moins applicable au règne animal qu'au règne végétal, ne pouvait être stérile lorsqu'il s'agirait de déterminer la nature des radicelles; et, en effet, on verra tout à l'heure que la connaissance de la symétrie des radicelles était la première et presque la seule condition pour parvenir à la solution du problème.

Mais une cause s'opposait encore puissamment, ce nous semble, à ce qu'on pût atteindre ce résultat. Depuis que Goëthe a émis la belle conception de l'unité des organes appendiculaires, on n'a voulu voir dans le végétal que deux choses, axes et feuilles : « Le végétal le plus compliqué se réduit » dans son organisation générale à deux choses, la partie axifère et la partie » appendiculaire. » (*TURPIN, Iconogr.*, p. 20.) Et, chose singulière, c'est ce même auteur qui, quelques pages plus haut, disait (*Ibid.*, p. 10) que « trop » généraliser, c'est se placer tellement au-dessus des objets, que la distance » ne permet plus de rien voir. » Sans doute la tige, les rameaux, les pédoncules, etc., sont des axes; sans doute la feuille et toutes les parties des verticilles de la fleur sont des appendices; mais à laquelle de ces deux divisions rapportera-t-on les glandes, les poils, les lenticelles, les appen-

dices en vessie des utriculaires, et probablement aussi certains nectaires, qui sont cependant des organes, et dans certains cas même, des organes importants? La réponse n'est pas douteuse, on ne peut s'y soustraire: ce sont des organes indépendants. C'est ce qu'ont bien senti MM. De Candolle (voyez son *Organ.*, liv. IV) et A. de Saint-Hilaire (voyez sa *Morph. vég.*, p. 58), qui, dans leurs ouvrages, ont réuni ces organes dans un chapitre distinct et sous le titre d'*organes accessoires*. Mais s'il est dans le végétal des organes qui, comme les glandes, les poils, etc., ne sont bien évidemment ni axiles, ni appendiculaires, pourquoi n'en serait-il pas de même d'autres organes, et, en particulier, des radicules? pourquoi s'efforcer, comme le faisait Turpin (voyez *Iconogr.*, p. 28), de réduire le système inférieur aux axes?

Nous aurons, ce nous semble, suffisamment prouvé que les radicules sont des organes indépendants, si nous démontrons: 1° que les caractères essentiels des organes axiles et des organes appendiculaires ne peuvent s'appliquer aux radicules; et 2° que ces mêmes radicules présentent des caractères qui leur sont propres.

Voyons donc quels sont les caractères des axes, et ceci ne s'appliquera qu'aux axes latéraux, puisque les radicules sont aussi des organes latéraux, et qu'on ne peut comparer que des parties en apparence similaires. 1° Ces axes naissent d'un bourgeon et proviennent de l'élongation de celui-ci, caractère qui manque dans les radicules, puisque qui dit bourgeon, dit amas de petites feuilles. et qu'il n'y a jamais de trace de celles-ci sur les radicules; 2° ces axes naissent, dans les cas normaux, à l'aisselle d'organes préexistants, autre caractère en défaut dans les radicules; 3° ils portent des organes appendiculaires, et à des places déterminées, ce qui n'est pas le cas pour les radicules; 4° ils s'accroissent dans toute leur longueur, tandis que les radicules ne s'allongent qu'à leur extrémité. Il est vrai qu'à ce titre, la souche, présentant les mêmes caractères que les radicules, ne devrait pas être non plus comprise dans les axes. A-t-on plus de raison pour considérer les radicules comme des organes appendiculaires? Mais, contrairement à ce qui a lieu pour les radicules, ceux-ci: 1° portent des bourgeons à leur aisselle; 2° naissent à des places toujours déterminées; 3° affectent une disposition constamment spirale, liée peut-être à la présence des trachées, vaisseaux qui manquent dans les radicules, dont la symétrie est la superposition; 4° ne donnent jamais naissance à des organes semblables à eux; 5° enfin, se développent d'une manière différente, puisque, tandis que, suivant quelques auteurs, les faisceaux fibro-vasculaires de la feuille ne sont qu'une prolongation de ceux de la tige, il est bien reconnu, au contraire,

que ceux des radicelles prennent naissance dans un mamelon cellulaire qui s'organise au contact du bois, et que, par conséquent, ils sont de seconde formation.

Ajoutons, enfin, qu'on n'observe jamais dans les radicelles ces transformations apparentes des organes axiles et des organes appendiculaires, transformations qui vont quelquefois jusqu'à faire prendre aux uns la forme des autres; ce qui semble indiquer que les radicelles diffèrent encore plus de ces deux sortes d'organes, que ceux-ci ne diffèrent entre eux. Que si, dans certains cas, l'on a vu des bourgeons se montrer accidentellement sur les radicelles, on sait que c'est un phénomène commun aux axes, aux appendices et à tous les organes riches en tissu cellulaire, et qui s'explique très-bien par la supposition qu'il existe dans toutes les parties du végétal des germes à l'état latent qui n'attendent que les circonstances favorables pour se développer en bourgeons; et, dès lors, on devrait plutôt s'étonner si les radicelles faisaient exception à cette loi générale.

*Vu et approuvé,*

Le 12 Janvier 1848.

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES,  
DUMAS.

*Permis d'imprimer.*

L'INSPECTEUR GÉNÉRAL DE L'UNIVERSITÉ,  
*Vice-Recteur de l'Académie de Paris,*  
ROUSSELLE.

# TABLE DES MATIÈRES.

## PREMIÈRE PARTIE.

### DE LA RHIZOTAXIE.

	Pages.
EXPOSITION SOMMAIRE. . . . .	5
CHAPITRE I <sup>er</sup> . — <i>Historique</i> . . . . .	8
CHAPITRE II. — <i>Des caractères extérieurs que présentent les racines considérées dans la plupart des familles naturelles de l'embranchement des Dicotylédones</i> . . . . .	10
OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES. . . . .	Ib.
Renonculacées. . . . .	11
Fumariacées. . . . .	12
Papavéracées. . . . .	Ib.
Crucifères. . . . .	Ib.
Capparidées. . . . .	13
Géraniacées. . . . .	Ib.
Linées. . . . .	14
Oxalidées. . . . .	Ib.
Balsaminées. . . . .	Ib.
Résédacées. . . . .	15
Sauvagésiées. . . . .	Ib.
Frankéniacées. . . . .	Ib.
Paronychiées. . . . .	Ib.
Caryophyllées. . . . .	16
Portulacées. . . . .	Ib.
Chénopodées. . . . .	17
Polygonées. . . . .	18
Amaranthacées. . . . .	Ib.
Phytolaccées. . . . .	19
Urticées. . . . .	Ib.
Euphorbiacées. . . . .	Ib.
Malvacées. . . . .	20
Turnéracées. . . . .	Ib.
Rutacées. . . . .	Ib.
Hypéricinées. . . . .	21

Cistées . . . . .	21
Violariées . . . . .	<i>Ib.</i>
Polygalées . . . . .	22
Légumineuses . . . . .	<i>Ib.</i>
Rosacées . . . . .	23
Lythariées . . . . .	24
Onagraires . . . . .	<i>Ib.</i>
Haloragées . . . . .	<i>Ib.</i>
Ficoïdes . . . . .	25
Crassulacées . . . . .	<i>Ib.</i>
Saxifragées . . . . .	<i>Ib.</i>
Ombellifères . . . . .	26
Rubiacées . . . . .	<i>Ib.</i>
Valérianées . . . . .	<i>Ib.</i>
Dipsacées . . . . .	27
Synanthérées . . . . .	<i>Ib.</i>
Campanulacées . . . . .	29
Lobéliacées . . . . .	<i>Ib.</i>
Goodéniacées . . . . .	<i>Ib.</i>
Asclépiadées . . . . .	30
Gentianées . . . . .	<i>Ib.</i>
Polémoniacées . . . . .	<i>Ib.</i>
Convolvulacées . . . . .	31
Borraginées . . . . .	<i>Ib.</i>
Hydrophyllées . . . . .	32
Solanées . . . . .	<i>Ib.</i>
Scrophularinées . . . . .	33
Labiées . . . . .	<i>Ib.</i>
Verbénacées . . . . .	34
Sélaginées . . . . .	<i>Ib.</i>
Primulacées . . . . .	<i>Ib.</i>
Plumbaginées . . . . .	35
Plantaginées . . . . .	<i>Ib.</i>
APPENDICE . . . . .	<i>Ib.</i>

CHAPITRE III. — *Application des faits qui précèdent au développement des lois de la Rhizotaxie.* . . . . . 36

1 <sup>re</sup> LOI FONDAMENTALE, ou Loi de superposition des radicelles . . . . .	<i>Ib.</i>
2 <sup>e</sup> LOI FONDAMENTALE, ou Loi de fixité dans le nombre des rangs de radicelles . .	38
3 <sup>e</sup> LOI FONDAMENTALE : Des divers groupes appelés familles, genres, espèces, les uns ont un type simple, les autres un double type . . . . .	39
1 <sup>re</sup> LOI ACCESSOIRE, ou Loi de délimitation du nombre des rangs de radicelles . . .	40
2 <sup>e</sup> LOI ACCESSOIRE, ou Loi d'égalité d'intervalle entre les rangs de radicelles d'une même souche . . . . .	41
3 <sup>e</sup> LOI ACCESSOIRE, ou Loi de constance dans l'angle d'émergence pour une même famille, pour un même genre, pour une même espèce . . . . .	42

CHAPITRE IV. — *Examen des causes qui tendent à obscurcir les lois de la symétrie des radicelles, et des moyens pour arriver à la connaissance de celle-ci.* . . . . . *Ib.*

CHAPITRE V. — *Examen de diverses questions relatives à la Rhizotaxie.* 48

- § I. — Les caractères tirés de la Rhizotaxie présentent-ils assez d'importance pour que désormais on doive en tenir compte dans les descriptions de familles, de genres, d'espèces? . . . . . 1b.
- § II. — Parmi tous les caractères extérieurs des racines, quelle est la valeur de ceux de la Rhizotaxie? . . . . . 50
- § III. — Du degré d'importance absolue et relative des caractères tirés de la racine, et, en particulier, des caractères rhizotaxiques dans chaque famille. . . . . 1b.
- § IV. — Les caractères tirés des racines, et plus particulièrement les caractères rhizotaxiques, peuvent-ils servir à confirmer ou à infirmer les affinités déjà connues des familles et des genres? Ces caractères peuvent-ils, dans certaines limites, mettre sur la voie de nouvelles analogies ou affinités? . . . . . 51
- § V. — La symétrie des radicules est-elle d'autant plus prononcée dans une famille et dans un genre, que ceux-ci sont plus naturels? . . . . . 57
- § VI. — La symétrie que présentent les radicules sur la souche se maintient-elle sur les divisions de celle-ci? . . . . . 58
- § VII. — Les radicules de deux rangs opposés, ou de tous les rangs d'une même souche, observent-elles, les unes à l'égard des autres, une certaine symétrie de position? . . . . . 1b.
- § VIII. — La disposition des rangs de radicules sur la souche a-t-elle quelque rapport avec celle des cotylédons, avec celle des feuilles ou la ramification des tiges, avec la symétrie de la fleur? . . . . . 59
- § IX. — La Rhizotaxie peut-elle servir, dans certains cas, à éclairer sur la véritable nature des organes? — Détermination de la nature des tubercules des Légumineuses. . . . . 1b.
- § X. — La symétrie des radicules sur la souche est-elle liée à une disposition anatomique particulière? . . . . . 63
- § XI. — La différence des sexes dans les végétaux a-t-elle quelque influence sur la symétrie de leurs racines? . . . . . 65

QUESTION EN DEHORS DE LA RHIZOTAXIE. — *Le nombre des radicules sur la souche présente-t-il quelque fixité dans les divers degrés de la classification?* 1b.

---

SECONDE PARTIE.

DE LA DÉTERMINATION DE LA VÉRITABLE NATURE DES RADICELLES. . . . . 67

---