

Zeitschrift: Boissiera : mémoires de botanique systématique
Herausgeber: Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève
Band: 9 (1960)

Artikel: Monographie systematique des Andropogonées du globe
Autor: Roberty, Guy
Vorwort: Introduction
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-895674>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.01.2026

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

INTRODUCTION

Cet ouvrage est constitué par l'application d'une méthode générale de raisonnement systématique au reclassement des Andropogonées du globe.

Les Andropogonées constituent une tribu de Phanérogames, bien définie et précisément limitée, particulièrement riche en types divers. Ces types sont parfois nettement caractérisés par un détail morphologique. Plus souvent ils ne sont que de simples jalons, malaisés à localiser avec précision, dans des variations largement continues.

Nous avons cherché à en préciser les liens évolutifs, les modalités d'apparition dans le temps et d'expansion dans l'espace, problèmes d'ordre biogéographique ou taxinomique. Quant aux problèmes de nomenclature, nous leur avons fourni, sous-tendues par une armature numérique aux symboles précisément définis, plusieurs solutions verbales ; desquelles nous ne croyons pas que soit nécessairement la meilleure celle à qui notre texte accorde, par souci de clarté, une prééminence typographique.

Nous exposerons brièvement cette méthode. Après l'avoir longuement illustrée par un exemple concret et complet d'application, nous conclurons par un exposé des idées générales dont elle procède.

* * *

Tout système est un artifice. Tout artifice n'a qu'un temps. Les hommes sont de plus en plus nombreux et donc, trop souvent, de plus en plus mal nourris. Ce problème de la sous-alimentation, sinon de la famine, domine notre temps. On peut espérer du système ici proposé qu'il aide à le résoudre en améliorant nos connaissances sur les graminées vivrières et fourragères.

Nous avons toutefois cherché cette solution dans une loi générale d'interaction des végétaux et du milieu car, avant même d'être agricole, le problème est biogéographique.

Pour formuler cette solution, il faut tout d'abord classer les données connues du problème sous une forme à la fois logiquement cohérente et facilement maniable. Plusieurs formes de classement pouvaient être envisagées ; nous avons choisi la plus simple et nous sommes efforcé à n'en jamais conduire la précision, logiquement illimitée, au-delà de l'exactitude, matériellement très limitée, des observations

effectivement faites ou faciles à faire dans l'état présent des connaissances et des moyens nouveaux de connaître.

A cette fin, nous avons pris en compte :

1° les valeurs adaptatives sous lesquelles peut, le moment venu, s'actualiser toute unité d'impulsion héréditaire ; il s'est avéré utile d'admettre que ces impulsions peuvent s'analyser en facteurs contenant chacun trois valeurs potentielles, dont une médiane et deux diamétralement opposables ;

2° le fait qu'à chacun des stades (*a*) dont la succession (*b*) jalonne toute évolution biologique, le déterminisme héréditaire des organes et donc des fonctions successivement fixés devient irréversiblement de plus en plus complexe ;

3° l'apparence et la signification adaptative actuelles des unités taxinomiques.

a) sur l'ensemble du globe,

b) dans un milieu géographique limité.

I. Valeurs adaptatives.

Tout le problème de l'adaptation des Phanérogames, c'est-à-dire de leur expansion géographique, est dominé par le fait qu'ils ne se meuvent pas d'eux-mêmes. Cette expansion est donc liée à un transport par quelque agent extérieur.

Le vent est un de ces agents et les fleurs apétales sont particulièrement aptes à être fécondées par du pollen que le vent transporte. A l'extrême opposé, les fleurs gamopétales sont particulièrement aptes à être fécondées par du pollen qu'auront transporté les insectes.

Les fruits munis d'une aile ou d'une aigrette plumeuse sont particulièrement aptes à être dispersés par le vent. A l'extrême opposé, les fruits à pulpe charnue et noyau dur seront facilement transportés, parfois très loin, dans le tube digestif des oiseaux, des mammifères ou même des poissons s'il s'agit de plantes aquatiques (Hochreutner 1896) ; quant aux fruits à péricarpe diversement épineux, ils seront transportés facilement après accrochage aux toisons de certains mammifères, domestiques ou sauvages.

Considérons, en outre, que le vent règne en maître dans les pays découverts, généralement secs, torrides et à saisons brutalement tranchées ; alors qu'en revanche la vie animale est plus particulièrement exubérante dans les pays couverts, généralement humides, frais et à saisons peu marquées. Il devient ainsi possible d'admettre une seule opposition adaptative générale, un seul axe de classement adaptatif. A l'une de ses extrémités on trouvera : les fleurs apétales, qui sont anémophiles, et les fruits ailés, qui sont anémochores ; mais aussi les différents dispositifs de port ou de protection épidermique adaptés aux climats chauds, secs ou continentaux et encore des cycles végétatifs susceptibles d'une accélération brutale : exemple-type des plantes sahariennes qui fleurissent peu de jours après avoir germé. A l'extré-

mité opposée, en plus des fleurs gamopétales, zoophiles, et des fruits zoochores, épineux ou charnus, se rencontreront des tiges graciles, des épidermes nus, des cycles végétatifs larges et lents.

Bien entendu, ces notions opposées d'anémophilie et de zoophilie devront être prises dans le sens le plus général. De même doivent être prises dans leur sens le plus général les notions de fleur et de fruit : l'unité de fécondation peut être une inflorescence et plus ou moins complexement différenciée ; l'unité de propagation peut être une graine, un fruit accompagné ou non du péricarpe ou d'un pédicelle plus ou moins modifiés, enfin une infrutescence plus ou moins complexe. En outre ces oppositions adaptatives n'atteindront que rarement leur amplitude complète à l'intérieur d'un groupement isolé. Ainsi, dans un grand nombre de familles de Phanérogames, les fleurs sont toutes soit dialypétales, soit apétales, soit gamopétales, bien qu'une variation complète (Icacinacées etc.) ou partielle (Rosacées etc.) de cette caractéristique se rencontre dans d'autres familles. Plus près des réalités concrètes, à l'intérieur d'un même genre ou d'une même espèce, on ne rencontrera pratiquement jamais des espèces ou des formes, les unes précisément anémo-hélio-xéro-trophiles et les autres zoo-sciahygro-mésophiles. Souvent le « flair » du naturaliste devra suppléer à l'insuffisance des informations pour décider si telle apparence vague ou tel détail archaïque doivent être considérés comme adaptés à l'une plutôt qu'à l'autre des deux tendances, théoriquement, fondamentales. Dans les essais nombreux et divers ⁽¹⁾ déjà effectués par nous il a cependant toujours été possible et très souvent facile de s'appuyer sur ces corrélations générales, du soleil et du vent, de l'ombre et de l'insecte, pour délimiter des groupements « naturels » : définis à la fois par une morphologie caractéristique et un habitat préférentiel.

Après divers essais nous avons constaté que la notation symbolique la plus commode était celle fondée sur une numérotation ternaire, dont les trois seuls chiffres s'écriraient en italiques (0, 1 et 2) afin de rappeler qu'ils correspondent à des valeurs qualitatives et non pas quantitatives.

Par convention, nous avons accordé :

- la valeur 0 à toute adaptation zoophile ou assimilée,
- 1 à l'absence de spécialisation adaptative,
- 2 à toute spécialisation anémophile ou assimilée.

II. a) Stades évolutifs.

Dans l'hypothèse adoptée par nous, chaque stade évolutif correspond à la fixation (actualisation ou spécification) d'un caractère fon-

(1) Familles des Convolvulacées (1952), des Mimosacées, Solanacées, et Polygonacées (en collaboration, ined.) ; tribu des Andropogonées ; genres *Acacia* (1948), *Combretum* (1952), *Gossypium*, (1950) ; ensemble de la flore phanérogamique ouest-africaine (1954).

damental : de la fonction qu'il détermine comme du ou des organes qu'utilise cette fonction.

Tout caractère ⁽¹⁾ ainsi entendu sera décrit au moyen d'un certain nombre de 0, 1 et 2 ; chacune de ces valeurs, qualitativement adaptative, correspondant à celle d'une caractéristique, d'aspect ou d'action, précisément définie à l'intérieur de l'unité taxinomique et du caractère en cause.

Nous avons admis qu'à l'intérieur d'un phylum évolutif définitivement isolé (spécialisé ou libéré, relativement à l'ensemble des potentialités communes au règne végétal) : au terme du premier stade se fixe un caractère simple (comprenant une seule caractéristique), au terme du second un caractère double, au terme du troisième un caractère quadruple... et ainsi de suite.

Cette progression rend compte à la fois de la complication irréversible de l'évolution génétique et du mécanisme héréditaire qui la soutend. Géométrique et de raison 2 (1, 2, 4, 8, 16...) elle correspond au plus simple des artifices admissibles.

Il ne semble pas utile d'insister sur l'identité du mot évolution avec le concept d'une spécialisation progressivement accrue et multiple : dans le cadre, schématique et traditionnel d'un éventail aux branches de plus en plus abondamment ramifiées.

Quant aux mécanismes héréditaires, nous les savons sous-tendus par des « gènes », eux-mêmes localisés dans des « chromosomes ». Nous savons, en outre, que le nombre ou le volume de ces chromosomes évolue en se dédoublant : la pratique agricole fait d'ores et déjà largement usage des surspécialisations liées à ces dédoublements chromosomatiques (lignées « polyploïdes »).

Gaussen (1937 et sqq.) a montré que, dans les groupes composés d'espèces sauvages, il peut exister une étroite corrélation entre le statut chromosomatique et le rythme du développement individuel. Ceci a été confirmé, notamment, par Atkinson (1948) dans ses études sur le statut « cytogéographique » du genre *Acacia*.

Dans l'exemple fourni par Atkinson, les *Acacia* (sensu lato) se répartissent en quatre groupes cytologiques, dont un seul divisé en deux sous-groupes morphologiques :

Chromosomes	Feuilles	Inflorescences
52 et gros.....	phyllodinéas	botrycéphalées
26 et gros.....	normales	botrycéphalées
52 et petits.....	phyllodinéas	normales
26 et petits.....	bipennées très finement	en capitules globuleux
	bipennées \pm finement	en épis \pm contractés.

(1) Dans tout le cours de cet ouvrage, nous emploierons le terme de « caractéristique » pour tout détail organique ou fonctionnel, réservant le terme de « caractère » à l'ensemble d'un organe ou d'une fonction.

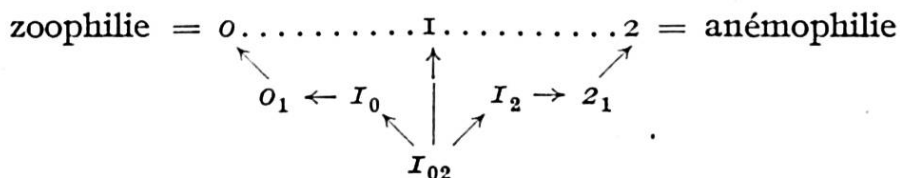
On peut tenir pour évolutivement initial ce groupe inférieur, à 26 petits chromosomes, feuilles au limbe \pm finement divisé, fleurs groupées sur un axe \pm abrégé. Le groupe suivant constitue le terme normal de ces deux tendances phylétiques portant sur la découpeure des feuilles et la condensation des inflorescences ; à cette spécialisation maximum correspond un dédoublement numérique des chromosomes. Au-delà de ce terme normal interviennent des « surévolutions » (Gaussen 11.cc.). Une porte sur les feuilles : leur limbe, qui ne peut être divisé plus outre, disparaît ; il est fonctionnellement relayé par le pétiole qui se transforme ainsi en « phyllode », plus ou moins large et plat, parfois déjà découpé ou, tout au moins, indenté sur ses bords. L'autre porte sur les inflorescences : leur axe, une fois spécialisés des capitules globuleux, ne peut plus être abrégé ; il est fonctionnellement relayé par le rameau florifère, qui ne porte plus de feuilles mais seulement des fleurs, groupées en capitules, eux-mêmes regroupés dans une fausse grappe. Dans l'un et l'autre cas il n'y a plus que 26 chromosomes mais beaucoup plus volumineux que ceux des deux groupes précédents. Enfin le cinquième groupe, où se rejoignent les deux surévolutions précitées, comporte 52 gros chromosomes ; il ne comporte pour l'instant qu'une seule espèce, l'*Acacia koa* des îles Hawaiï.

Il est rare, à vrai dire, que les choses soient aussi simples. Avdulov (1931) a fourni de nombreux nombres chromosomatiques d'Andropogonées, cultivées surtout (sorgos, cannes à sucre) et donc souvent polyploïdes, auxquels on ne peut guère accorder une cohérente et complète interprétation évolutive.

Il semble cependant très probable sinon certain que toute spécification nouvelle, irréversiblement acquise, tout début d'un nouveau stade évolutif, s'accompagne effectivement d'un dédoublement, numérique ou volumineux, des chromosomes ou tout au moins des gènes, donc d'une discontinuité génétique définitive.

Cette discontinuité génétique ne comporte pas, en général, de traduction morphologique immédiatement perceptible ; la variabilité statistique diminue autour du type moyen mais celui-ci demeure inchangé (Roberty 1949). Par ailleurs, les translocations ou autres modifications affectant le déterminisme héréditaire immédiat, peuvent ne pas s'accompagner d'un dédoublement : créant ainsi des barrières morphologiques non ou imparfaitement sous-tendues par une barrière génétique.

Il est donc pratiquement impossible de relier directement les expériences des génétistes aux raisonnements du systématicien et surtout aux observations des paléontologistes. Néanmoins le schéma évolutif d'une caractéristique quelconque peut être présenté sous la forme d'un éventail précisément et généralement défini :



où les valeurs indicielles traduisent les liaisons continues encore existantes.

Ainsi toute caractéristique évolue, de sa variation continue, primitive, vers sa distribution, discontinue, finale.

Elle évolue ainsi, non pas indéfiniment, mais parfois très lentement.

Ce ralentissement éventuel peut avoir plusieurs causes.

Tout d'abord interviendront des métissages, « involutifs », tels que : $I_0 \times I_2 = I_{02}$, retours à la variabilité primitive à partir de groupes encore imparfaitement spécialisés. L'action combinée du vieillissement phylétique et des différenciations adaptatives rendra ces métissages de moins en moins probables.

Ultérieurement pourront intervenir des relais surévolutifs, que nous écrirons par : $I_0 \times I_2 = I_{02}^+$; cet I^+ correspondant à l'apparition d'un nouveau type moyen, fonctionnellement identique au primitif mais en différant morphologiquement, généralement plus condensé.

Enfin, la réussite d'un métissage très improbable, par suite de circonstances exceptionnellement favorables, pourra provoquer une résurgence atavique, plus ou moins lointaine, ce que nous écrirons par : $o_1 \times z_1 = I_{02}$.

Ces notations par + et - se sont avérées indispensables dans l'analyse évolutive des Andropogonées. Elles ne sont pas nécessaires dans d'autres groupes, moins abondants et moins divers.

Reste à expliquer cette succession de stades évolutifs qui sert d'armature à tout schéma général de biologie systématique : embranchement, classe, ordre, famille, tribu, genre, espèce, individu.

II. b) Définition générale des unités taxinomiques.

Nous avons admis que les unités classiques devaient être distribuées :

d'une part en trois groupes évolutivement distincts ;

d'autre part, tout au moins pour le groupe évolutif moyen, en deux catégories, l'une biogéographique et l'autre morphologique.

Unités taxinomiques précédant les familles.

Nous avons admis que chez les Phanérogames l'évolution adaptative — tout au moins aux conditions actuelles du milieu terrestre — commençait avec la famille. Nous donnons à ce mot le sens d'une descendance directement issue d'un seul et même ancêtre ou couple ancestral commun. Ces ascendants familiaux peuvent être plus ou moins voisins et même, si l'on veut, parents les uns des autres mais nous pensons qu'ils se sont spécialisés, indépendamment les uns des autres, directement à partir des potentialités communes à tous. Certains plus ou moins tôt, d'autres plus ou moins tard et cela permet d'y reconnaître une succession ordonnée. Nous concevons, toutefois, cette succession sous la forme d'un simple vieillissement, progressif mais dépourvu de toutes ramifications évolutives. Engler (1892) avait déjà constaté

que les familles de Phanérogames apparaissent successivement — et dans un ordre défini en un lieu donné — mais sans pour autant dériver les unes des autres. Notre schéma général diffère de celui, rectiligne, admis par Engler ; il est constitué par une spirale linéaire mais à trois pseudocycles, successivement surévolus. Voici, très brièvement, pourquoi nous le jugeons préférable.

Il peut y avoir chez les gymnospermes deux cotylédons ou plus.

Il y a, normalement, deux cotylédons ou un seul chez les angiospermes, et ce nombre y définit deux groupes naturels, distincts par plusieurs autres caractères fondamentaux.

Cette réduction du nombre des cotylédons, comme en général toute réduction numérique des pièces constituant un même organe, est un exemple-type de spécialisation linéaire et non pas ségrégée : involutive si l'on veut, non pas évolutive et moins encore adaptative.

Il n'y a pas là trace de surévolution. En revanche, les inflorescences des gymnospermes, polymères et spiralées, correspondent aux fleurs des angiospermes qui en sont une expression surévolutivement contractée, très affinée et diversifiée le plus souvent. Chez les Dicotylédones, les fleurs sont très généralement portées sur des rameaux, plus ou moins spécialisés, procédant d'un tronc et d'une tige, épigée, stérile. Chez les Monocotylédones, toute la partie épigée de la plante n'est généralement qu'une hampe florale : nouvel exemple, moins net que le précédent il est vrai, de relai surévolutif. Quant à ce caractère, nos trois pseudocycles se succèdent clairement dans une progression vers une sexualisation de plus en plus poussée, au détriment des organes purement végétatifs. On notera que les épillets des graminées tendent à reconstituer des fausses fleurs, polymères et spiralées, à bractéoles écailleuses et périanthe nul ou presque, analogues aux cônes des gymnospermes. On pourrait trouver maints autres exemples de ces « retours » apparents mais décalés sur un plan d'efficacité supérieure, entre *Gnetum* et poivrier, *Cycas* et palmiers, etc. Notamment dans l'étude des anatomies vasculaires ou, entre Dicotylédones et Monocotylédones, des structures périanthaires.

Les gymnospermes, plus anciennes et donc moins finement spécialisées si notre hypothèse générale est correcte, doivent présenter à elles seules une diversité au moins égale à celle des angiospermes dans leurs deux « sous-classes ». Tel semble bien être le cas : les Cycadophytes, notamment, différant plus et plus abruptement des Conifères que les Dicotylédones des Monocotylédones.

Il nous semble donc logique d'assigner à leur évolution, comme à celle des deux groupement précités, un seul pseudocycle initial.

Ceci admis et chacun de ces pseudocycles assimilés à une même unité hiérarchique (à une classe), il pourrait être logique de nommer les gymnospermes Poecilocotylédones... Mais nous sortons par trop du cadre, tribal, de notre monographie et, en tout cas, renoncerons à pousser plus loin cet essai d'une révision des unités taxinomiques supérieures.

Entre les classes ainsi redéfinies et les familles *sensu nostro*, les « ordres » doivent prendre place.

Leurs limites sont floues, primitivement (Jussieu 1789) presque identiques à celles de nos familles actuelles, de nos jours très différemment espacées et localisées selon les auteurs.

Nous avons (1953) défini les ordres comme des faisceaux d'ébauches, par défaut puis excès plus ou moins abortives, encadrant un à deux ou trois, rarement plusieurs, épanouissements phylétiques achevés ; chacune de ces ébauches, comme chacun de ces épanouissements, constituant une famille, c'est-à-dire la descendance adaptativement évoluée d'un seul et même dualisme ancestral.

Unités taxinomiques intérieures à la famille.

Dans l'hypothèse adoptée, elles se divisent en deux catégories, la première liée à la somme, la seconde à l'arrangement des valeurs caractéristiques (0, 1 et 2) précédemment définies (I, p. 13).

La somme de ces valeurs à un même stade évolutif, c'est-à-dire dans un même caractère, conduit à des unités biogéographiques, uniquement définies par leur aptitude à mieux vivre sous tel climat que sous tel autre.

L'arrangement de ces valeurs, dont chacune décrit un détail apparent du caractère en cause, conduit en revanche à des unités morphologiquement définies.

Tout caractère contenant plus d'une caractéristique pourra donc, dans chacune des unités biogéographiques traduisant son adaptation globale, comprendre plusieurs unités morphologiquement dissimilaires mais physiologiquement équivalentes : « isoadaptatives ».

Dans la progression choisie :

x sera le numéro d'ordre du stade évolutif, donc toujours un nombre positif et entier ;

$y = 2^{x-1}$ donnera le nombre des caractéristiques incluses, systématiquement, dans le caractère fixé à ce stade ;

$C = 2y + 1$ donnera le nombre des unités biogéographiques définies par la valeur adaptative globale de ces caractéristiques (la somme de leurs 0, 1 et 2) ;

$A = 3^y$ donnera le nombre des unités morphologiques (arrangements divers de ces 0, 1 et 2 descriptifs) contenues dans l'ensemble, C, de ces unités biogéographiques.

Dans la double hiérarchie adoptée :

chaque **famille** pourra comprendre 3 *sous-familles*, unités biogéographiques et morphologiques à la fois ($x = 1$, $y = 1$, $C = 2 + 1$, $A = 3$) ;

chaque **sous-famille** pourra comprendre, réparties entre 5 *tribus*, unités biogéographiques, 9 *sous-tribus*, unités morphologiques ($x = 2$, $y = 2$, $C = 4 + 1$, $A = 3^2$) ;

chaque **sous-tribu** pourra comprendre, réparties entre 9 *cohortes*,

unités biogéographiques, 81 genres, unités morphologiques ($x = 3$, $y = 4$, $C = 8 + 1$, $A = 3^4$) ;
chaque **genre** pourra comprendre, réparties entre 17 sections, unités biogéographiques, 6 561 espèces, unités morphologiques ($x = 4$, $y = 8$, $C = 16 + 1$, $A = 3^8$).

La distribution numérique des unités morphologiques dans les unités biogéographiques, d'un extrême à l'autre de leur valeur adaptative globale, est donnée par le tableau-ci-dessous.

1	1	.1															
1	2	.3	..2	..1													
1	3	.6	..7	..6	..3	..1											
1	4	10	.16	.19	.16	.10	...4	...1									
1	5	15	.30	.45	.51	.45	..30	..15	...5	..1							
1	6	21	.50	.90	126	141	.126	..90	..50	.21	..6	..1					
1	7	28	.77	161	266	357	.393	.357	.266	161	.77	.28	..7	.1			
1	8	36	112	266	504	784	1016	1107	1016	784	504	266	112	36	6	1	
1 ⁰	2 ⁰	3 ⁰	4 ⁰	5 ⁰	6 ⁰	7 ⁰	8 ⁰	9 ⁰	10 ⁰	11 ⁰	12 ⁰	13 ⁰	14 ⁰	15 ⁰	16 ⁰	17 ⁰	

Seules nous intéressent les lignes imprimées en caractères gras, dont le second nombre est égal à une des valeurs de y précédemment citées. Ces lignes indiquent, par exemple : 2 sous tribus dans la 4^e tribu, 19 genres dans la 5^e cohorte, 504 espèces dans les 6^e et 12^e sections ; étant bien entendu qu'il s'agit là des plus grands nombres théoriquement possibles.

Les lignes non imprimées en gras permettent de comprendre comment est dressé le tableau : chaque nombre d'une ligne étant égal à la somme, dans la ligne précédente, du nombre de même rang et des deux nombres qui le précèdent, ainsi : ligne 8 et 15^e rang, $36 = 1 + 7 + 28$ (ligne 7, 15^e + 14^e + 13^e rangs).

Cette même règle permet de prolonger indéfiniment le tableau.

Unités taxinomiques intérieures à l'espèce.

La prolongation de ce tableau mène, pour les deux stades évolutifs suivants ($x = 5$, $y = 16$ et $x = 6$, $y = 32$), à des nombres non maniables d'unités morphologiques :

3^{16} , soit 43 046 721 formes, réparties entre 33 subdivisions pour chaque espèce ;

3^{32} , soit 1 853 020 189 551 241 phénotypes, répartis entre 65 génotypes pour chacune de ces formes.

Ces nombres mettent en lumière l'extrême différence d'échelle qui existe, dans la nature, entre le domaine d'observation et de raisonnement du systématicien, d'une part ; d'autre part les domaines de la

physiologie écologique, celui des formes et subdivisions, puis de la génétique formelle, celui des phénotypes et génotypes.

Ces nombres toutefois se situent à l'intérieur de stades évolutifs encore inachevés en général.

Bien entendu, la notion même d'achèvement d'un stade évolutif repose, dans notre hypothèse, sur une probabilité d'ordre théorique et non pas sur un ensemble concret d'observations directes : nous avons admis qu'en son statut évolutif présent l'ensemble des Phanérogames se trouvait fixé pour ses quatre premiers stades, c'est-à-dire pour ceux des caractères évolutifs qui peuvent être définis par huit caractéristiques ou moins. C'est là une estimation moyenne, pratiquement justifiée dans la grande majorité des exemples concrets étudiés par nous.

Théoriquement, la spécification d'un caractère sera d'autant plus rapide qu'est plus petit le nombre de ses caractéristiques : d'où la possibilité, systématique, de fonder sur ces nombres une hiérarchie généralement définie.

Pratiquement, l'action du milieu, présent ou passé, peut accélérer ou avoir accéléré la spécialisation de tel détail morphologique ou fonctionnel, ralenti celle de tel autre.

Quel que soit le moment, préalable, ancien, récent ou encore à venir de leur spécification hiérarchique, tous les caractères de la famille coexistent dans chacun des individus qui en procèdent et naissent, vivent puis meurent du jeu, successif ou simultané, de leurs fonctions respectives. Toute famille occupant, en règle générale, une partie large et diverse de la surface terrestre, l'utilité des fonctions et donc des caractères en cause n'est pas toujours et partout la même. Or l'actualisation plus ou moins rapide de telle ou telle caractéristique dépend de son unité locale.

Tel épiderme foliaire deviendra presque parfaitement glabre dans l'ombre d'une forêt dense ou, au contraire, particulièrement velu sur un coteau, aride et ensoleillé. Ces adaptations extrêmes favorisent, dans un cas, l'évaporation, dans l'autre, la rétention de l'eau qui permet la circulation des substances nutritives et donc son dosage optimal. Dans ces biotopes extrêmes, ce dosage est une question de vie ou de mort ; l'adaptation morphologique sera donc presque immédiate.

Dans le biotope moyen de l'espèce, au climat plus modéré, cette ségrégation, par élimination des formes autres que la mieux adaptée, se fera beaucoup plus lentement, vers la valeur neutre moyenne, modérément villuleuse, de l'indument épidermique.

Ainsi des caractéristiques intraspécifiques pourront-elles être nettement fixées dans des espèces en partie encore fluctuantes, non seulement quant à leurs caractéristiques propres, mais encore quant à celles de leur genre. Nous en trouverons maints exemples dans le cours de cette monographie, dont le plus net est sans doute fourni par la sous-variété *laevis* du *Rottboellia corymbosa* (p. 68).

Nous reviendrons plus loin (p. 25) sur la définition pratique des unités

de la hiérarchie infraspécifique usuelle : sous-espèce, variété, sous-variété. Cette définition repose sur le nombre des caractéristiques intraspécifiques fixées dans tout ou partie de l'espèce en cause. Elle n'a plus de signification évolutive générale.

III. a) De la famille vers l'espèce, acquisitions évolutives générales et irréversibles.

Au premier stade évolutif se spécifie, sur l'une ou l'autre de ses trois possibles valeurs, un caractère défini par une seule caractéristique : 0, 1 ou 2. Pour des raisons de simple commodité verbale (afin d'éviter les unités de rang « zéroième ») nous dirons les trois sous-familles ainsi déterminées : 1^{re}, 2^e et 3^e. Il est bien entendu que ces numéros d'ordre sont aussi dépourvus de sens quantitatif que les valeurs qualitatives sur lesquelles ils sont fondés.

Au second stade évolutif se spécifie un caractère double. Ici nous aurons déjà des unités morphologiques et biogéographiques distinctes. Elles se distribuent comme il suit :

00	.....	1 ^{re} tribu
01	10 1 ^{re} et 2 ^e sous-tribus de la	2 ^e
02	11 20 1 ^{re} , 2 ^e et 3 ^e sous-tribus de la.	3 ^e
	12 21 1 ^{re} et 2 ^e sous-tribus de la	4 ^e
	22	5 ^e

On peut immédiatement constater que le numérotage des sous-tribus, groupements morphologiques, dépend de l'ordre dans lequel sont citées les caractéristiques. Cet ordre, purement descriptif, n'a aucune signification, logique ou biologique. Il diffère donc de celui des tribus qui, pour sa part, va toujours, par convention pure mais constante, de la plus zoophile vers le plus anémophile. Nous mettrons cette différence en relief en encadrant de parenthèses le numéro d'ordre non significatif : celui des sous-tribus ; ainsi 11 se transcrira systématiquement par 3(2).

Au troisième stade évolutif se spécifie un caractère quadruple. Ici, pour de très valables raisons étymologiques et philosophiques, admises notamment par Linné lui-même, les unités biogéographiques devraient être nommées genres. Nous y avons renoncé ⁽¹⁾ pour ne pas aboutir à des genres d'amplitude trop différente de celle maintenant communément admise et nommé ces unités « cohortes ». Ce nom a été employé par les premiers systématiciens, dans des acceptions diverses ; il n'est plus en usage depuis longtemps, ce qui permet de le réutiliser sans risque de confusion grave. Nous avons affecté à nos cohortes la dési-

(1) Ces cohortes correspondent ainsi aux genres et ces genres aux sous-genres de nos publications antérieures et, notamment, de notre petite flore de l'Ouest africain (1954).

nence *-astreae* (-astrées) déjà souvent employée par différents auteurs, dont Stapf dans ses descriptions des graminées d'Afrique tropicale (1917), pour désigner des groupes de genres à l'intérieur des sous-tribus. Le mot genre conserve donc, dans notre système, le sens de « grande espèce » qui lui est, incorrectement mais unanimement, accordé depuis près d'un siècle. La distribution conventionnelle des genres dans les cohortes est la suivante :

Cohortes	...1	...2	...3	...4	...5	...6	...7	...8	...9
Genres (19).....					2200				
(18).....					2110				
(17).....					2101				
(16).....				2100	2020	2210			
(15).....				2010	2011	2201			
(14).....				2001	2002	2120			
(13).....				1200	1210	2111			
(12).....				1110	1201	2102			
(11).....				1101	1120	2021			
(10).....			2000	1020	1111	2012	2220		
(.9).....			1100	1011	1102	1220	2211		
(.8).....			1010	1002	1021	1211	2202		
(.7).....			1001	0210	1012	1202	2121		
(.6).....			0200	0201	0220	1121	2112		
(.5).....			0110	0120	0211	1112	2022		
(.4).....		1000	0101	0111	0202	1022	1221	2221	
(.3).....		0100	0020	0102	0121	0221	1212	2212	
(.2).....		0010	0011	0021	0112	0212	1122	2122	
(.1).....	0000	0001	0002	0012	0022	0122	0222	1222	2222

Comme ceux des sous-tribus et pour la même raison, les numéros d'ordre des genres ont été mis entre parenthèses.

Au quatrième stade évolutif se spécifie un caractère octuple. Nous avons nommé sections les unités biogéographiques de ce stade, les unités morphologiques étant les espèces.

Le nombre théorique des espèces possibles, dans un même genre, 6 561, est déjà trop grand pour que nous en puissions donner ici une distribution complète. On voudra bien se reporter, pour la transcription de leurs séquences descriptives, par 0, 1 et 2, en numéros d'ordre décimaux, aux tables données p. 26-31.

Pratiquement ce nombre et même celui théorique des genres ne sont jamais atteints ; il s'en faut de beaucoup. Dans l'ensemble des Convolvulacées, nous avons recensé 53 genres et non pas 2 187 (81 dans chacune des 9 sous-tribus de chacune des 3 sous-familles : $3 \times 3^2 \times 3^4 = 3^7$). Ce même ordre de grandeur, pour les genres, environ

2,5 % du maximum théorique, a été retrouvé dans la famille des Polygonacées, ainsi que dans celle des Mimosacées. Chez les Andropogonées, tribu notoirement très diverse, nous avons identifié 29 genres et non pas 81 (la tribu, adaptativement extrême, ne comporte qu'une seule sous-tribu) : comprenant 209 espèces et non pas ($3^4 \times 3^8 = 3^{12} =$) 531 441. Ici la proportion n'est plus que de 0,004 %.

Nos nombres théoriques peuvent, en conséquence, paraître démesurés ⁽¹⁾. En réalité, ils traduisent un gaspillage évolutif dont l'ordre de grandeur se retrouve partout dans le monde vivant : les nuages de pollen printaniers dans les sapinières du Jura ou de graines en automne dans les pinèdes des Landes n'aboutissent très probablement qu'à un pourcentage de fécondations ou de germinations encore très inférieurs à ce 0,004.

Il est et demeure certain que le nombre des unités taxinomiques, effectivement présentes dans un phylum évolutif, peut être augmenté ou réduit selon l'opinion personnelle de celui qui les délimite.

Cette opinion personnelle, ce « flair » a dans l'histoire de la botanique systématique — et même plus généralement dans toute l'histoire des sciences — très souvent rendu les plus grands services. Fondé sur l'examen de spécimens venant, dans le plus grand mélange, de tous les points du globe, il a permis aux grands botanistes « de cabinet », depuis Linné jusqu'à Engler et Prantl, cette hiérarchie des ressemblances et affinités fondamentales sur lesquelles repose solidement, quant à ses principaux groupes et notamment ses familles, le classement actuel des végétaux phanérogames. Trop souvent toutefois — et de plus en plus en raison de l'enrichissement, irréversible et quantitatif plutôt que qualitatif, des collections d'herbier — ce flair ne s'exerce maintenant qu'à l'intérieur de compartimentages arbitraires : flores de territoires sans unité biogéographique, monographies de groupes trop étroits ou mal séparés de leurs plus proches voisins.

On rencontre souvent dans la nature des espèces précisément reconnaissables en tant que telles mais appartenant à des genres mal définis... Et des genres bien définis mais à espèces reliées entre elles dans une séquence de variations morphologiques à peu près indiscontinue. De même, certaines tribus ou sous-familles peuvent-elles être délimitées de façon plus ou moins précise dans telle ou telle partie de leur extension géographique. Nous avons constaté plusieurs fois que des unités nettement isolées pour toutes leurs formes locales dans presque toute l'Afrique tropicale occidentale se trouvaient cependant reliées par des transitions continues dans quelques parties de leur aire com-

(1) Ils sont toutefois limités alors que dans la routine systématique en usage chacun est libre de créer autant de critères différentiels qu'il le juge bon. Stapf admet 32 tels critères dans sa clef dichotomique des genres africains d'Andropogonées ; si on les tient — et tout y incite — pour mathématiquement indépendants entre eux, leurs combinaisons et arrangements mènent à 2^{32} , soit 4 294 967 296 genres théoriquement possibles ; dans cette même tribu, notre méthode mène à un maximum théorique de 3^4 , soit 81 genres.

mune ⁽¹⁾. Il est, sur le terrain, en l'absence forcée d'expérimentations génétiques longues et coûteuses, malaisé de savoir si ces formes intermédiaires, très localisées en règle générale, sont des hybrides accidentels ou bien le reliquat, non encore ségrégué, d'un stade évolutif achevé partout ailleurs.

En conséquence, la vérité nomenclaturale demeure liée aux tendances ou aux besoins de ses utilisateurs : il est absolument inutile, dans une flore locale à usage pratique, de prendre en compte des liaisons ou des coupures constatées ailleurs. Nous avons donc prévu plusieurs solutions de nomenclature, dans le cadre d'un système quadrinomial. Qui veut s'en tenir aux binômes classiques, évidemment commodes, reste libre d'utiliser : dans une flore locale nos noms de section et nos épithètes subdivisionnelles ; dans une flore générale nos noms de genre et nos épithètes spécifiques ; en taisant, là ceux-ci et ici ceux-là.

En revanche, il est nécessaire de pouvoir situer ces diverses solutions nomenclaturales dans un système précis de références homogènes. C'est pourquoi nous avons défini toutes nos unités par des séquences, quantitativement limitées, de symboles qualitativement descriptifs éventuellement accompagnés de précisions sur leur degré d'évolution (exposants + ou —) ou d'isolement (0, 1 ou 2 en indice, voir p. 16).

III. b) De l'espèce vers l'individu, variations actuelles et spécialisations locales.

Les unités intraspécifiques, dans notre système, sont définies par des caractéristiques appartenant à deux stades évolutifs encore inachevés et, de ce fait, plus ou moins confondus.

Les différences d'utilisation joueront dans la nomenclature de ces unités le rôle principal. En gros, nous estimons que le stade où les formes se définissent, à partir de 16 caractéristiques fonctionnellement liées, est à l'échelle de travail des phytosociologues. Quant à celui où se définissent les phénotypes, à partir de 32 caractéristiques, il est à l'échelle de travail des généticiens.

Dans une monographie systématique de tribu, seules peuvent être prises en compte les caractéristiques, de l'un ou l'autre stade, les plus notoires : celles dont un phytogéographe tiendra naturellement compte dans l'établissement de ses définitions de paysage ou ses relevés d'iti-

(1) Ainsi le *Combretum micranthum* se distingue à première vue, étant un buisson à petites fleurs et feuilles couvertes de poils scutellés, des *C. glutinosum*, arborescent à fleurs plus grandes, et *C. racemosum*, lianescent à bractées périflorales vivement colorées. Nous avons cependant trouvé : 1° à Tourcoingbam, haute Volta, tout un peuplement de *Combretum* pratiquement impossibles à classer, sauf statistiquement, en *micranthum* ou *glutinosum* ; 2° à l'ouest de Téliélé, Fouta-Djallon, sur le bowal Santigui, plusieurs petits peuplements de *Combretum* diversement intermédiaires entre les *C. micranthum* et *C. racemosum*. Partout ailleurs en Afrique tropicale occidentale, l'identité spécifique des très communs *C. micranthum* nous a toujours été du premier coup d'œil évidente.

néraire, destinés à l'établissement de cartes dont l'échelle puisse aller du 1/100 000^e au 1/1 000 000^e.

Il est, au demeurant, légitime de concevoir toute variation actuelle, intraspécifique par définition, sous la forme d'une séquence de termes adaptatifs dont, à l'échelle d'observation du systématicien, un petit nombre seulement se spécialise, plus ou moins définitivement, par adaptation au milieu actuel. Ces termes, pour la plupart, ont déjà été recensés. Leurs valeurs opposées servent de base à la définition de ces « petites espèces » dont la prolifération, irréversiblement accélérée, complique les flores au point d'en éloigner de plus en plus complètement le grand public. Nous en avons dressé la liste, à partir des ouvrages classiques et postclassiques ainsi que de nos observations personnelles sur le vif ou en herbier, pour un assez grand nombre d'espèces choisies dans des familles très diverses, notamment pour toutes les espèces sauvages d'Andropogonées, mais aussi pour toutes les espèces cultivées de cotonnier (1950).

D'une façon très générale, 1, 2 ou au plus 4 caractéristiques, indépendantes entre elles mais éventuellement fondées sur plusieurs détails morphologiques exactement corrélatifs entre eux dans l'espèce considérée, suffisent pour une analyse complète, à l'échelle d'observation du systématicien, des variations intraspécifiques.

Après comparaison des unités ainsi obtenues avec celles, de rangs divers, traditionnellement en usage, nous avons adopté une hiérarchie intraspécifique où les termes usuels sont conservés dans leur amplitude classique mais avec une acception nouvelle.

Selon le nombre des caractéristiques nécessaires à en analyser la variation, toute espèce se divise :

- en sous-espèces s'il existe une seule de ces caractéristiques ;
- en variétés s'il en existe deux ;
- en sous-variétés s'il en existe quatre.

Sous-espèce, variété, sous-variété deviennent ainsi des groupements temporaires de formes incomplètement définies, non pas successivement subordonnées mais liées au degré de division actuellement visible de l'espèce en cause.

Bien entendu, il peut exister dans une espèce actuelle trois caractéristiques ou plus de quatre visiblement en voie de spécialisation. Dans ces cas, pour ne pas sortir du cadre, commode et sciemment sommaire, défini ci-dessus, nous effectuons les regroupements corrélatifs déjà mentionnés. Ainsi, chez l'*Hyparrhenia rufa*, le développement des chaumes en hauteur et des limbes foliaires en largeur, d'une part, d'autre part l'intensité de coloration, la brièveté, enfin la rigidité, des poils périfloraux, sont exactement corrélatifs. Nous avons regroupé ces divers détails dans deux caractéristiques seulement, alors qu'il y en a cinq en réalité et qui pourront ne pas être corrélatives dans une autre espèce, de même genre ou, tout au moins, de même tribu.

Ces nombres descriptifs, par 0, 1 et 2, identiques à ceux employés de la famille à l'espèce, seront toutefois traduits en numéros d'ordre

décimaux d'une façon quelque peu différente. D'une part il faut souligner ainsi leur caractère fragmentaire. D'autre part, pour cette raison même, leurs groupements combinatoires n'ont pas de sens réel : puisque les caractéristiques non prises en compte, non définies, seraient nécessaires à une définition correcte de l'unité biogéographique, adaptativement collective. Donc nous substituons un simple tiret, entre le numéro de la combinaison et celui de l'arrangement, aux parenthèses précédemment employées.

* * *

Finalement, notre système comporte l'emploi simultané de noms et de numéros d'ordre. Quant aux noms, l'accent est mis sur ceux qui se réfèrent aux apparences concrètes. Quant aux numéros d'ordre, au contraire, l'accent est mis sur ceux qui correspondent à une réalité adaptative. Par ailleurs, notre numérotation commence à la sous-famille, précisant ainsi exactement la place de l'unité considérée.

Exemple : *Hyparrhenia rufa* subvar. *nyassae* = (dans la famille des Poacées) 1.1.4(.3).12(.499).4-04.

1 = 0 : sous-famille des *Panicoideae* ;

1.1 = 0.00 : tribu, à une seule sous-tribu, des *Andropogoneae* ;

1.1.4(.3) = 0.00.0102 : (cohorte des *Themedastrae*) genre *Hyparrhenia* ;

1.1.4(.3).12(.479) = 0.00.0102.2221 IIII : (section *Hyparrhenia*) espèce *rufa* ;

1.1.4(.3).12(.479).4-04 = 0.00.0102.2221 IIII / 0III : sous-variété *nyassae*, de forme et subdivision non encore définissables avec certitude.

Les tables ci-après, que précède une brève note sur la façon de les utiliser, permettent la transcription rapide des séquences descriptives à 2, 4 ou 8 termes (en 0, 1 ou 2) en numéros d'ordre décimaux.

Nous reviendrons dans notre conclusion générale sur ce système, les idées générales dont il procède et ses diverses possibilités d'extension à d'autres disciplines que la taxinomie et la nomenclature des Phanérogames.

Tables permettant la transcription décimale des séquences descriptives en numération trinaire.

Cette transcription s'effectue au moyen de deux nombres :

le premier correspond à la somme, C, des chiffres descriptifs (0, 1 et 2) augmentée de l'unité ; il conduit aux têtes de colonne des tables ;

le second, qu'il faut mettre entre parenthèses (sous-tribu, genre, espèce) ou précéder d'un tiret (variété, sous-variété), correspond au rang, R, des séquences descriptives de même somme (premier nombre) dans l'ordre croissant de leurs valeurs nominales (de 0022 vers 2200, par exemple).

Le second nombre s'obtient directement si la séquence comporte deux chiffres (table I) ou quatre chiffres (table II).

Exemples : $C(11) + 1 = 3$, $R_3(11) = 2$; donc $11 = 3(2)$ ou $3-2$.
 $C(1221) + 1 = 7$, $R_7(1221) = 4$; donc $1221 = 7(.4)$ ou $7-04$.

Réciproquement, $1.3(2).7(.4) = 1^{\text{re}}$ sous-famille, 2^{e} sous-tribu de la 3^{e} tribu, 4^{e} genre de la 7^{e} cohorte se traduira directement par :
 0 (par 1 ou 2 si le premier numéro d'ordre est 2 ou 3),

. 11 (au moyen de la table I, colonne 3, ligne du 2 dans cette colonne),

. 1221 (au moyen de la table II, colonne 7, ligne du 4 dans cette colonne) ; donc $1.3(2).7(.4) = 0.11.1221$.

Si la séquence descriptive est celle d'une espèce, donc à huit chiffres, les tables II et III doivent être employées.

La somme des huit chiffres augmentée de l'unité conduit aux colonnes de la table III.

Découpons la séquence descriptive en deux moitiés.

La première demi-séquence, les quatre premiers des huit chiffres, mène à une ligne dans cette même table III, donc à un nombre dans la colonne déjà trouvée.

La seconde demi-séquence, les quatre derniers des huit chiffres, mène, dans la table II et non plus dans la table III, à un nombre qui est, ici, toujours le seul de sa ligne.

Le total de ces deux nombres donne le numéro d'ordre cherché.

Exemples : $C(2001\ 2212) + 1 = 11$; $R_{11}^{III}(2001) = 428$, $R^{II}(2212) = 3$, donc $R_{11}(2001\ 2212) = 428 + 3 = 431$; donc $2001\ 2212 = 11(.431)$.

$C(1122\ 0110) + 1 = 9$; $R_9^{III}(1122) = 614$, $R^{II}(0110) = 5$, donc $R_9(1122\ 0110) = 614 + 5 = 619$; donc $1122\ 0110 = 9(.619)$.

Réciproquement, la 619^{e} espèce (potentielle) de la 9^{e} section, dans un genre quelconque a pour première demi-séquence descriptive 1122 , fourni dans la table III par la ligne du nombre 614 , immédiatement inférieur à 619 (le nombre suivant est 624) dans la colonne 9. Elle a pour seconde demi-séquence 0110 fourni dans la table II par la ligne correspondant au nombre 5, différence entre 619 et 614 , dans la colonne 3, différence entre 9 et 6 qui est la somme des chiffres déjà connus par la première demi-séquence.

De même trouverons-nous :

dans la table III, $R_{11}^{III}\ 428 \dots 2001$ (dont la somme est 3) ;

dans la table II, $\dots R_8^{II} (= 11 - 3)\ 3 (= 431 - 428) \dots 2212$;

soit $11(.431) = 2001\ 2212$.

Table II

S	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0000	I	.	.	.	.	.	.	.	.
000I	.	I	.	.	.	.	.	.	.
0002	.	.	I	.	.	.	.	.	.
00I0	.	2	.	.	.	.	.	.	.
00II	.	.	2	.	.	.	.	.	.
00I2	.	.	.	I	.	.	.	.	.
0020	.	.	3	.	.	.	.	.	.
002I	.	.	.	2	.	.	.	.	.
0022	I	.	.	.	.
0I00	.	3	.	.	.	.	.	.	.
0I0I	.	.	4	.	.	.	.	.	.
0I02	.	.	.	3	.	.	.	.	.
0II0	.	.	5	.	.	.	.	.	.
0III	.	.	.	4	.	.	.	.	.
0II2	2	.	.	.	.
0I20	.	.	.	5	.	.	.	.	.
0I2I	3	.	.	.	.
0I22	I	.	.	.
0200	.	.	6	.	.	.	.	.	.
020I	.	.	.	6	.	.	.	.	.
0202	4	.	.	.	.
02I0	.	.	.	7	.	.	.	.	.
02II	5	.	.	.	.
02I2	2	.	.	.
0220	6	.	.	.	.
022I	3	.	.	.
0222	I	.	.
I000	.	4	.	.	.	.	.	.	.
I00I	.	.	7	.	.	.	.	.	.
I002	.	.	.	8	.	.	.	.	.
I0I0	.	.	8	.	.	.	.	.	.
I0II	.	.	.	9	.	.	.	.	.
I0I2	7	.	.	.	.
I020	.	.	.	10	.	.	.	.	.
I02I	8	.	.	.	.
I022	4	.	.	.
II00	.	.	9	.	.	.	.	.	.
II0I	.	.	.	11	.	.	.	.	.
II02	9	.	.	.	.
III0	.	.	.	12	.	.	.	.	.
IIII	10	.	.	.	.
III2	5	.	.	.
II20	11	.	.	.	.
II2I	6	.	.	.
II22	2	.	.
I200	.	.	.	13	.	.	.	.	.
I20I	12	.	.	.	.
I202	7	.	.	.

C .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9

Table I

S	.1	.2	.3	.4	.5
00	I	.	.	.	.
0I	.	I	.	.	.
02	.	.	I	.	.
I0	.	2	.	.	.
II	.	.	2	.	.
I2	.	.	.	I	.
20	.	.	3	.	.
2I	.	.	.	2	.
22	.	.	.	.	I
nA = I	2	3	2	I	
S	.1	.2	.3	.4	.5

I2I0	.	.	.	.	I3	.	.	.	.
I2II	.	.	.	.	.	8	.	.	.
I2I2	.	.	.	.	.	.	3	.	.
I220	.	.	.	.	.	.	9	.	.
I22I	.	.	.	.	.	.	.	4	.
I222	.	.	.	.	.	.	.	.	I
2000	.	.	10	.	.	.	.	.	.
200I	.	.	.	14	.	.	.	.	.
2002	.	.	.	.	14	.	.	.	.
20I0	.	.	.	15	.	.	.	.	.
20II	.	.	.	.	15	.	.	.	.
20I2	.	.	.	.	.	10	.	.	.
2020	.	.	.	.	16	.	.	.	.
202I	.	.	.	.	.	11	.	.	.
2022	.	.	.	.	.	.	5	.	.
2I00	.	.	.	16	.	.	.	.	.
2I0I	.	.	.	.	17	.	.	.	.
2I02	.	.	.	.	.	12	.	.	.
2II0	.	.	.	.	18	.	.	.	.
2III	.	.	.	.	.	13	.	.	.
2II2	.	.	.	.	.	.	6	.	.
2I20	.	.	.	.	.	14	.	.	.
2I2I	.	.	.	.	.	.	7	.	.
2I22	.	.	.	.	.	.	.	2	.
2200	.	.	.	.	19	.	.	.	.
220I	.	.	.	.	.	15	.	.	.
2202	.	.	.	.	.	.	8	.	.
22I0	.	.	.	.	.	16	.	.	.
22II	.	.	.	.	.	.	9	.	.
22I2	.	.	.	.	.	.	.	3	.
2220	.	.	.	.	.	.	10	.	.
222I	.	.	.	.	.	.	.	4	.
2222	.	.	.	.	.	.	.	.	I

nA I 4 10 16 19 16 10 4 I

C .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9

Table III.

C	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	...8	...9	..10	.11	.12	.13	.14	15	16	17
0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0001	1	4	10	16	19	16	10	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.
0002	.	5	14	26	35	35	26	14	5	1	.	.	.	.	.	.	.
0010	.	.	15	30	45	51	45	30	15	5	1	.	.	.	.	.	.
0011	.	6	19	40	61	70	61	40	19	6	.	.	.	.	.	.	.
0012	.	.	20	44	71	86	80	56	29	10	2	.	.	.	.	.	.
0020	.	.	.	45	75	96	96	75	45	20	6	1	.	.	.	.	.
0021	.	.	21	49	85	112	115	91	55	24	7	.	.	.	.	.	.
0022	.	.	.	50	89	122	131	110	71	34	11	2	.	.	.	.	.
0100	90	126	141	126	90	50	21	6	1	.	.	.	.
0101	.	7	25	60	106	145	157	136	94	51	.	.	.	.	.	.	.
0102	.	.	26	64	116	161	176	152	104	55	22	.	.	.	.	.	.
0110	.	.	.	65	120	171	192	171	120	65	26	7	.	.	.	.	.
0111	.	.	27	69	130	187	211	187	130	69	27	.	.	.	.	.	.
0112	.	.	.	70	134	197	227	206	146	79	31	8	.	.	.	.	.
0120	135	201	237	222	165	95	41	12	2	.	.	.	.
0121	.	.	.	71	139	211	253	241	181	105	45	13	.	.	.	.	.
0122	140	215	263	257	200	121	55	17	3	.	.	.	.
0200	216	267	267	216	140	71	27	7	1	.	.	.
0201	.	.	28	75	150	232	286	283	226	144	72	.	.	.	.	.	.
0202	.	.	.	76	154	242	302	302	242	154	76	28	.	.	.	.	.
0210	155	246	312	318	261	170	86	32	8	.	.	.	.
0211	.	.	.	77	159	256	328	337	277	180	90	33	.	.	.	.	.
0212	160	260	338	353	296	196	100	37	9	.	.	.	.
0220	261	342	363	312	215	116	47	13	2	.	.	.
0221	161	265	352	379	331	231	126	51	14	.	.	.	.
C	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	...8	...9	..10	.11	.12	.13	.14	16	16	17

C	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	.10	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17
0223	266	356	389	347	250	142	61	18	3	.	.	.
I000	357	393	357	266	161	77	28	7	1	.	.
I001	.	8	32	87	177	285	373	403	361	267	.	.	.	.	.	.	.
I002	.	.	33	91	187	301	392	419	371	271	162	.	.	.	.	.	.
I010	.	.	.	92	191	311	408	438	387	281	166	78	.	.	.	.	.
I011	.	.	34	96	201	327	427	454	397	285	167	.	.	.	.	.	.
I012	.	.	.	97	205	337	443	473	413	295	171	79	.	.	.	.	.
I020	206	341	453	489	432	311	181	83	29	.	.	.	.
I022	.	.	.	98	210	351	469	508	448	321	185	84	.	.	.	.	.
I022	211	355	479	524	467	337	195	88	30	8	.	.	.
I100	356	483	534	483	356	211	98	34	.	.	.	.
I101	.	.	35	102	221	372	502	550	493	360	212	.	.	.	.	.	.
I102	.	.	.	103	225	382	518	569	509	370	216	99	.	.	.	.	.
I110	226	386	528	585	528	386	226	103	35	.	.	.	.
I111	.	.	.	104	230	396	544	604	544	396	230	104	.	.	.	.	.
I112	231	400	554	620	563	412	240	108	36	.	.	.	.
I120	401	558	630	579	431	256	118	40	9	.	.	.
I121	232	405	568	646	598	447	266	122	41	.	.	.	.
I122	.	1	.	.	.	406	572	656	614	466	282	132	45	10	.	.	.
I200	573	660	624	482	301	148	55	14	1	.	.
I201	.	.	.	105	236	416	589	679	640	492	305	149	.	.	.	.	.
I202	237	420	599	695	659	508	315	153	56	.	.	.	.
I210	421	603	705	675	527	331	163	60	15	.	.	.
I211	238	425	613	721	694	543	341	167	61	.	.	.	.
I212	426	617	731	710	562	357	177	65	16	.	.	.
I220	618	735	720	578	376	193	75	20	3	.	.
I221	427	622	745	736	597	392	203	79	21	.	.	.
I222	623	749	746	613	411	219	89	25	4	.	.
C	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	.10	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17

C	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	...8	...9	..10	.11	.12	.13	.14	15	16	17
2000	750	750	623	427	238	105	35	8	1	.
2001	.	.	36	109	248	443	642	766	760	627	428	.	.	.	.	.	.
2002	.	.	.	110	252	453	658	785	776	637	432	239	.	.	.	.	.
2010	253	457	668	801	795	653	442	243	106	.	.	.	.
2011	.	.	.	111	257	467	684	820	811	663	446	244	.	.	.	.	.
2012	258	471	694	836	830	679	456	248	107	.	.	.	.
2020	472	698	846	846	698	472	258	111	36	.	.	.
2021	259	476	708	862	865	714	482	262	112	.	.	.	.
2022	477	712	872	881	733	498	272	116	37	.	.	.
2100	713	876	891	749	517	288	126	41	9	.	.
2101	.	.	.	112	263	487	729	895	907	759	521	289	.	.	.	.	.
2102	264	491	739	911	926	775	531	293	127	.	.	.	.
2110	492	492	743	921	942	794	547	303	131	42	.	.	.
2111	265	496	753	937	961	810	557	307	132	.	.	.	.
2122	497	497	757	947	977	829	573	317	136	43	.	.	.
2120	758	951	987	845	592	333	146	47	10	.	.
2121	498	498	762	961	1003	864	608	343	150	48	.	.	.
2122	763	965	1013	880	627	359	160	52	11	.	.
2200	266	502	773	966	1017	890	643	378	176	62	15	2	.
2201	503	777	982	1036	906	653	382	177	.	.	.	.
2202	503	778	992	1052	925	669	392	181	63	.	.	.
2210	450	782	996	1062	941	688	408	191	67	16	.	.
2211	783	1006	1078	960	704	418	195	68	.	.	.
2212	784	1010	1088	976	723	434	205	72	17	.	.
2220	784	1011	1092	986	739	453	221	82	21	3	.
2221	784	1015	1102	1002	758	469	231	86	22	.	.
2222	1016	1106	1012	774	488	247	96	26	4	.
nA	1	8	36	112	266	504	784	1016	1107	1016	784	504	266	112	36	8	1
C	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	...8	...9	..10	.11	.12	.13	.14	15	16	17

