

Taxonomie numérique du genre *Eragrostis*

L. E. OHOTO-OMANA*

RÉSUMÉ

Le genre *Eragrostis*, qui a comme origine le continent africain d'après Roberty (1953), fait partie de la tribu des Eragrosteae, sous-famille des Eragrostoideae, famille des Gramineae. C'est un des genres les plus importants de la tribu, tant par le nombre de ses espèces que par les multiples usages dont on peut tirer profit.

Ce travail a pour but d'essayer de donner une classification plus naturelle des espèces du genre *Eragrostis* récoltées au Zaïre, par les méthodes statistiques actuelles. Nous avons examiné et comparé 54 espèces entre elles pour un certain nombre de caractères: 17 caractères de l'appareil végétatif, 28 de l'inflorescence, 20 caractères microscopiques de l'épiderme foliaire, et 23 caractères microscopiques de l'anatomie foliaire; les méthodes statistiques utilisées sont les méthodes dites divisives et agglomératives.

Nous n'avons pas voulu dissocier les caractères quantitatifs et qualitatifs, mais les garder ensemble dans le but d'éviter tout à priori dans le choix des caractères. Les 3 méthodes testées sont: la méthode des centres virtuels; le coefficient de similitude Sørensen; le coefficient de Gower. Seul le coefficient de Gower s'est avéré le plus adapté à nos données et a donné des résultats satisfaisants.

ABSTRACT

The genus *Eragrostis* which, according to Roberty (1953), originated on the African continent, belongs to the tribe Eragrosteae, subfamily Eragrostoideae and family Gramineae. It is one of the most important genera of the Gramineae, because of the large number of species and their many uses.

The purpose of this study is to try and provide a more natural classification of the species of *Eragrostis*, collected in Zaïre, by using statistical methods. We have examined and compared 54 species with one another for a number of 'characters': 17 characters of the vegetative structure, 28 of the inflorescence, 20 microscopic characters of the leaf epidermis and 23 microscopic characters of the leaf anatomy. The methods used are divisive and agglomerative. We did not 'separate' quantitative and qualitative characters and gave the same priority rating to all characters.

The three methods tested are: the Virtual Centres method; the similarity coefficient of Sørensen; and the coefficient of Gower. The coefficient of Gower proved to be best suited to our data and gave satisfactory results.

1. INTRODUCTION

Le genre *Eragrostis* Wolf, originaire d'Afrique (Roberty, 1953), compte 300 espèces largement réparties sur ce continent. Le genre fait partie de la sous-tribu des Eragrostineae, tribu des Eragrosteae, sous-famille des Eragrostoideae, famille des Gramineae. C'est un des genre les plus importants de la tribu, tant par le nombre de ses espèces que par multiples usages dont on peut tirer profit: *E. tef* présente une valeur céréalière surtout dans les régions arides d'Afrique; d'autres espèces telle *E. barteri* sert comme fourrage; *E. curvula* est un bon stabilisateur des sols.

Notre étude a pour but de donner une classification naturelle des espèces du genre *Eragrostis*, récoltées au Zaïre, en utilisant différentes méthodes statistiques. Nous avons examiné et comparé entre elles 54 espèces sur base de 88 caractères différents: 17 de l'appareil végétatif; 28 de l'inflorescence; 20 caractères microscopiques de l'épiderme foliaire et 23 de l'anatomie foliaire. Les 2 premiers groupes de caractères seront appelés macroscopiques et les 2 derniers, microscopiques.

La position du genre *Eragrostis* a été longtemps discutée par rapport aux tribus voisines.

Pour obtenir une classification aussi naturelle possible, on a donné la même importance à chacun des caractères retenus (cfr. listes des espèces et des caractères en Annexe, pp. 194–196).

2 LA TAXONOMIE NUMERIQUE

La taxonomie numérique est définie comme étant 'le regroupement par des méthodes numériques, d'unités taxonomiques en taxons, basé sur l'étude de leurs caractères (Sneath & Sokal, 1973).

Cette définition fait intervenir non seulement les caractères des taxons, mais également les méthodes numériques utilisées pour la répartition de ces taxons en groupes. Il faut dès le départ faire un choix des variables et des méthodes.

3 CHOIX DES CARACTERES

3.1 Définition d'un caractère

Le choix des caractères ou variables à prendre joue un rôle important et influence les résultats escomptés. C'est pourquoi certains auteurs conseillent de prendre le maximum de variables, tout en évitant la redondance. D'autres, en revanche, proposent un nombre plus réduit de caractères, car l'addition d'un grand nombre de variables masque souvent l'influence d'autres variables plus déterminantes.

Un caractère est le résultat d'une observation naturelle ou au moyen d'un appareil, susceptible de variation sur toute l'étendue des individus étudiés (Maréchal *et al.*, 1978).

3.2 Qualité d'un caractère

Un caractère se manifeste sous différents états; il peut être quantitatif, c'est-à-dire mesurable, et prendre toutes les valeurs de l'ensemble des réels.

* Faculté des Sciences, Université Nationale du Zaïre, BP 190, Kinshasa XI, Zaïre.

Il peut également être qualitatif. Dans ce cas on distingue:

- l'ordinal: caractère qui peut être ordonné, par exemple les poils du limbe sont: abondants/ peu abondants/ pas abondants;
- le nominal: caractère dont on ne peut mesurer les distances; par exemple: les cellules bulliformes sont du type: a/b/c/d.

Un caractère peut être alternatif: par exemple, les poils courts peuvent être présents ou absents.

4. CHOIX DES ALGORITHMES DE CLASSIFICATION

Vu le foisonnement, ces dernières années, des méthodes de classification, il a fallu faire un tri, en tenant compte de notre problème, c'est-à-dire de l'existence de variables de différents états.

Dans la classification basée sur des méthodes numériques, on distingue des méthodes dites divisives et celles dites agglomératives. Les premières (divisives) ont comme avantage le fait (qui les distingue des autres) de prendre peu de place et de temps dans la mémoire d'un programme d'ordinateur, et ensuite, certaines permettent la réallocation de l'individu déjà classé. Mais avant de procéder à l'application des trois méthodes retenues, essayons d'abord de les définir.

4.1 'Virtual Centres' ou méthode des Centres Virtuels

C'est une méthode divisive, itérative et polythétique permettant une réallocation des points des données et basée sur les distances euclidiennes (Berthet *et al.*, 1976). Afin de déterminer les groupes, des 'points mobiles' ou centres virtuels sont progressivement introduits dans l'espace des données; ils seront amenés à se localiser aux centres des groupes (Fig. 1).

4.2 Le coefficient de similitude de Sørensen (par le 'nearest neighbour')

C'est une méthode agglomérative et sert à mesurer la similitude pouvant exister entre espèces à classer (Fig. 2.).

4.3 Le coefficient de Gower, par la méthode de 'groupement médian' (Gower, 1976a)

C'est une méthode agglomérative, qui calcule la similitude moyenne des groupes et qui est basée sur le groupement selon l'association moyenne (Sokal & Rohlf, 1962).

4.4 Application de ces méthodes à nos données

Comme déjà dit, dans un souci d'objectivité, il faut essayer de rassembler le plus grand nombre de caractères possible, ce qui provoque souvent une augmentation de l'hétérogénéité des données. Pour éviter ce problème, certaines modifications ont été proposées. Soit de rendre quantitatives les variables qualitatives, soit de traiter séparément les différentes variables par des analyses successives d'abord, d'intégrer les résultats obtenus ensuite. Des trois méthodes décrites et testées, seule la dernière nous a donné des résultats satisfaisants.

- 'Virtual Centres ou Méthode des Centres Virtuels': les résultats obtenus semblent capricieux et ininterprétables. En effet, comme le montre le graphique I, certains groupes ne contiennent qu'une seule espèce: tels les groupes n° 3, 4, 5 et 6; alors que d'autres accumulent plus de la moitié des espèces: tel par exemple le groupe n° 1.
- Le coefficient de similitude de Sørensen: le dendrogramme. Il est obtenu à l'allure d'escalier. Les espèces se regroupent par enchaînement, alors que nous nous attendions à la formation des groupes plus ou moins distincts.
- Le coefficient de Gower (dendrogrammes: Figs 3, 4 et 5): s'est avéré le plus efficace et adapté à

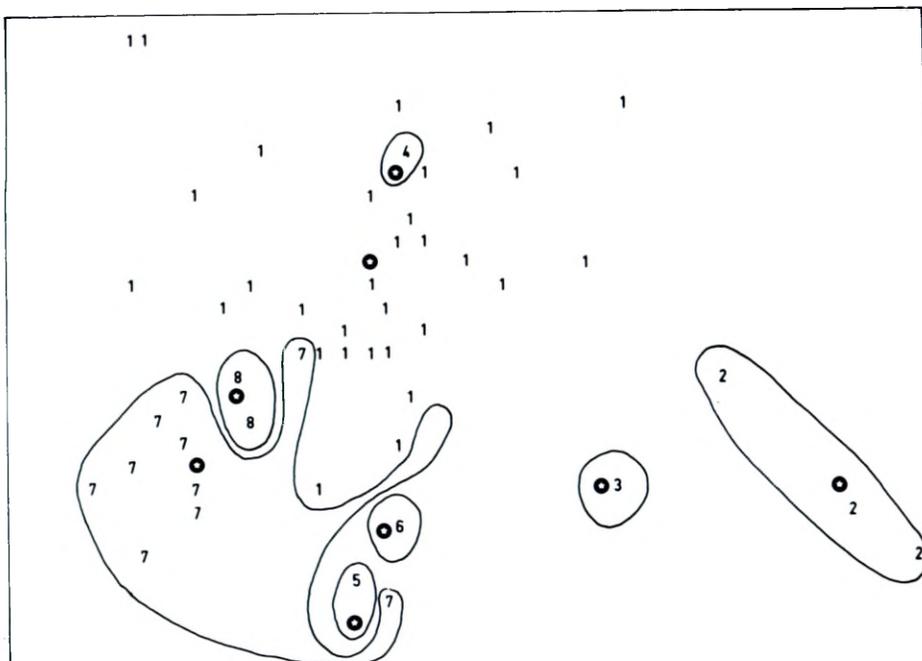


FIG. 1.—Groupes obtenus par la méthode des centres virtuels.

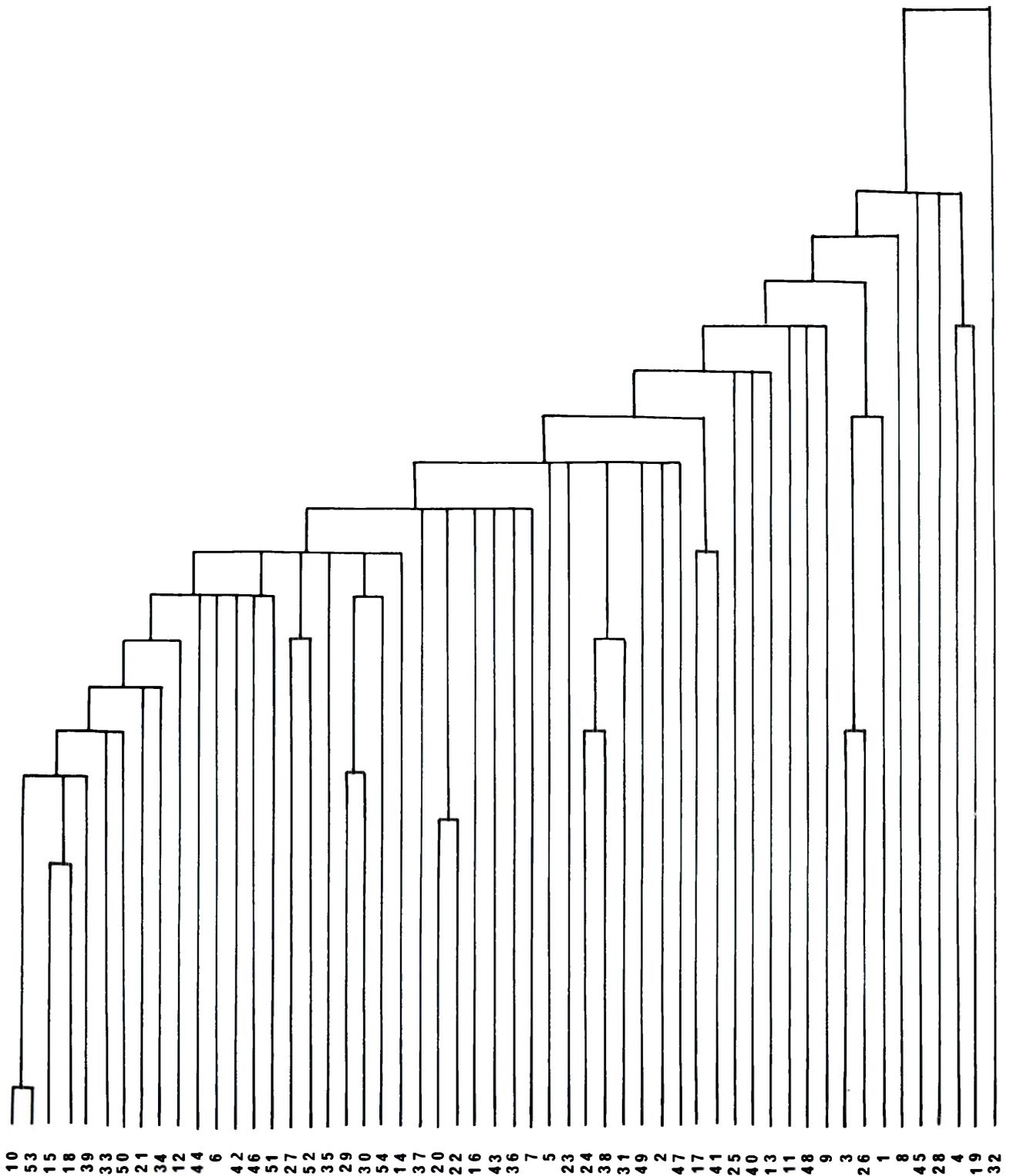


FIG. 2.—Dendrogramme relatif à la méthode de Sørensen: l'ensemble des caractères.

nos données. En effet, il est applicable à tous les types de caractères, quel que soit leur état et surtout il fait ressortir les contrastes entre les groupes principaux.

5. CONCLUSION

Des trois méthodes testées, seul le coefficient de Gower a donné des résultats satisfaisants. Les espèces ont été réparties en 8 groupes principaux naturels. Cependant, les groupes ainsi obtenus présentaient quelque hétérogénéité. Une analyse

assez approfondie, ainsi qu'une certaine hiérarchisation des caractères, ont été jugées nécessaires. De même, un certain nombre de caractères ont été éliminés, du fait qu'ils présentaient, soit une grande variation individuelle ou spécifique (en ce qui concerne les variables quantitatives), soit une trop grande discrimination au niveau des groupes (pour les variables qualitatives). Finalement, c'est sur base de 66 caractères que les groupes ont été obtenus. (Voir liste des groupes en annexe).

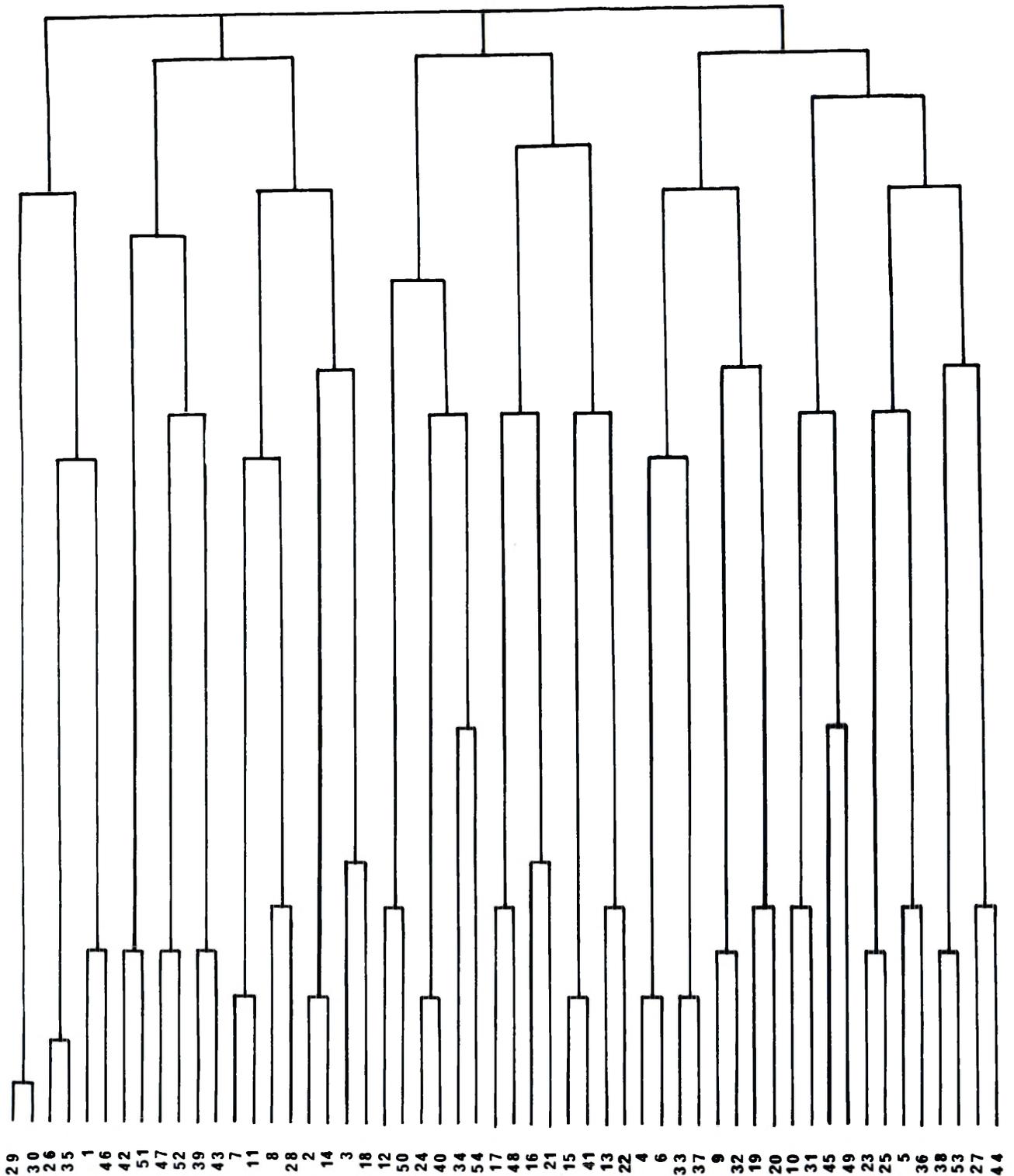


FIG. 3.—Dendrogramme relatif a la methode de Gower: caracteres macroscopiques.

UITTREKSEL

Die genus *Eragrostis*, wat volgens Roberty (1953) sy oorsprong in Afrika gehad het, behoort aan die tribus *Eragrosteae*, sub-familie *Eragrostideae* en familie *Gramineae*. Dit is een van die belangrikste genera van die *Gramineae* vanweë die groot aantal spesies en hul baie gebruikte.

Die doel van hierdie studie is om 'n meer natuurlike klassifikasie van die *Eragrostis*-spesies wat

in Zaïre versamel is te probeer voorsien deur die gebruik van statistiese metodes. Ons het 54 spesies ondersoek en met mekaar vergelyk vir 'n aantal 'kenmerke': 17 kenmerke van die vegetatiewe struktuur, 28 van die bloeiwyse, 20 mikroskopiese kenmerke van die blaarepidermis en 23 mikroskopiese kenmerke van die blaaranatomie. Die metodes wat gebruik is, is verdelend en groeppvormend. Ons het nie kwantitatiewe en kwalitatiewe kenmerke 'geskei' nie en het aan alle stappe dieselfde rangorde gegee.

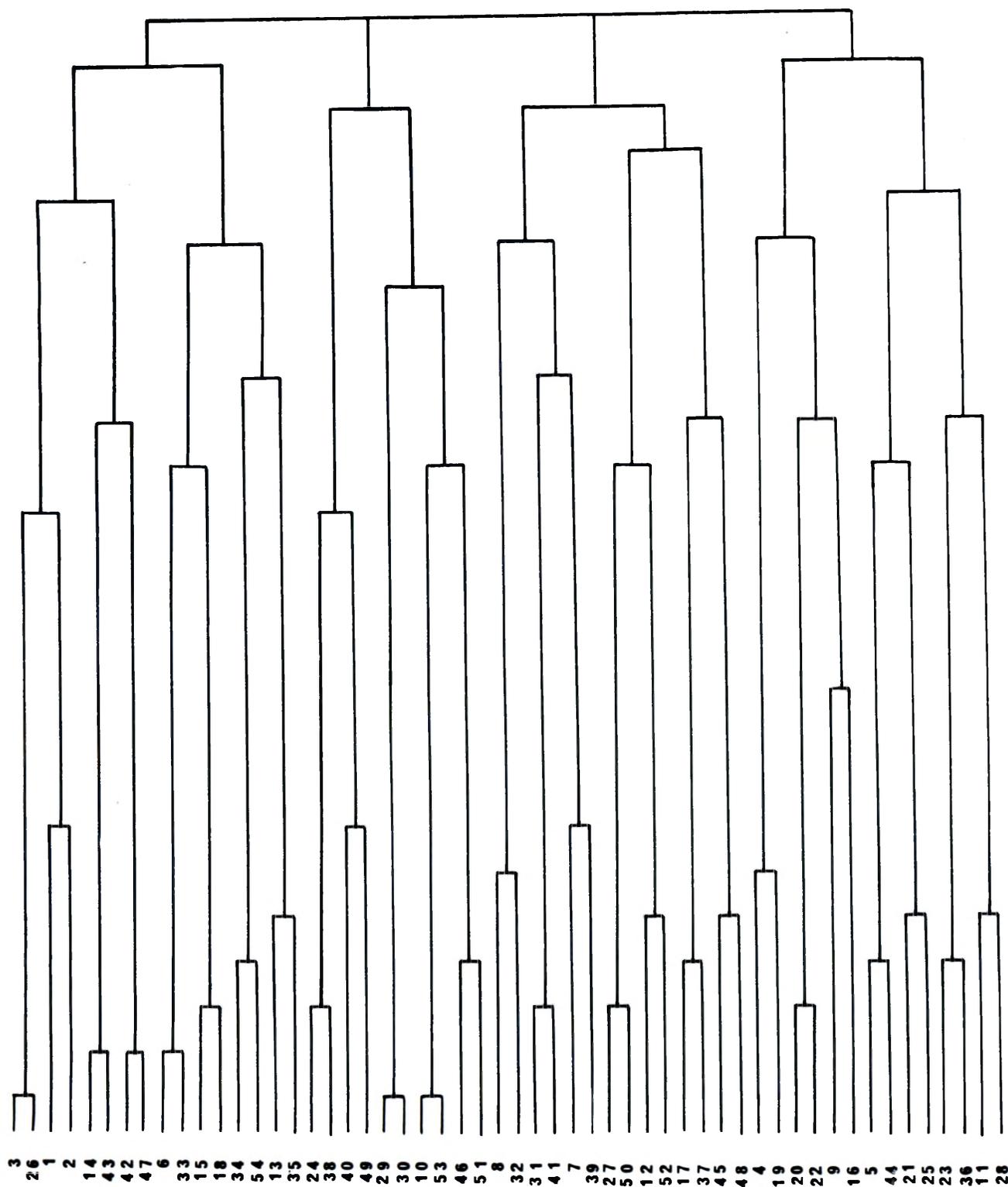


FIG. 4.—Dendrogramme relatif a la methode de Gower: caracteres microscopiques.

Die drie getoetste metodes is: die 'Virtual Centres'-metode; die gelyksoortige koëffisiënt van Sørensen; en die koëffisiënt van Gower. Die koëffisiënt van Gower was die geskikste vir ons data en het bevredigende resultate gelewer.

BIBLIOGRAPHIE

BERTHET, P., FEYTMANS, E., STEVENS, D. & GENETTE, A., 1976. A new divisive method of classification illustrated by its applications to ecological problems. *Proceedings of the 9th*

International Biometric Conference. Boston, August 22-27, 1976, 366-382. The Biometric Society.

MARECHAL, R., MASCHERPA, J. M. & STAINER, P., 1978. Etude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces des genres *Phaseolus* et *Vigna* (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et polliniques, traitées par l'analyse informatique. *Boissiera* 28: 1-265.

ROBERTY, G., 1953. Les *Eragrostis* ouest-africains. *Bull. Inst. fr. Afr. noire* 15: 83.

SNEATH, P. H. A. & SOKAL, R. R., 1973. *Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification* pp. 573. San Francisco: Freeman.

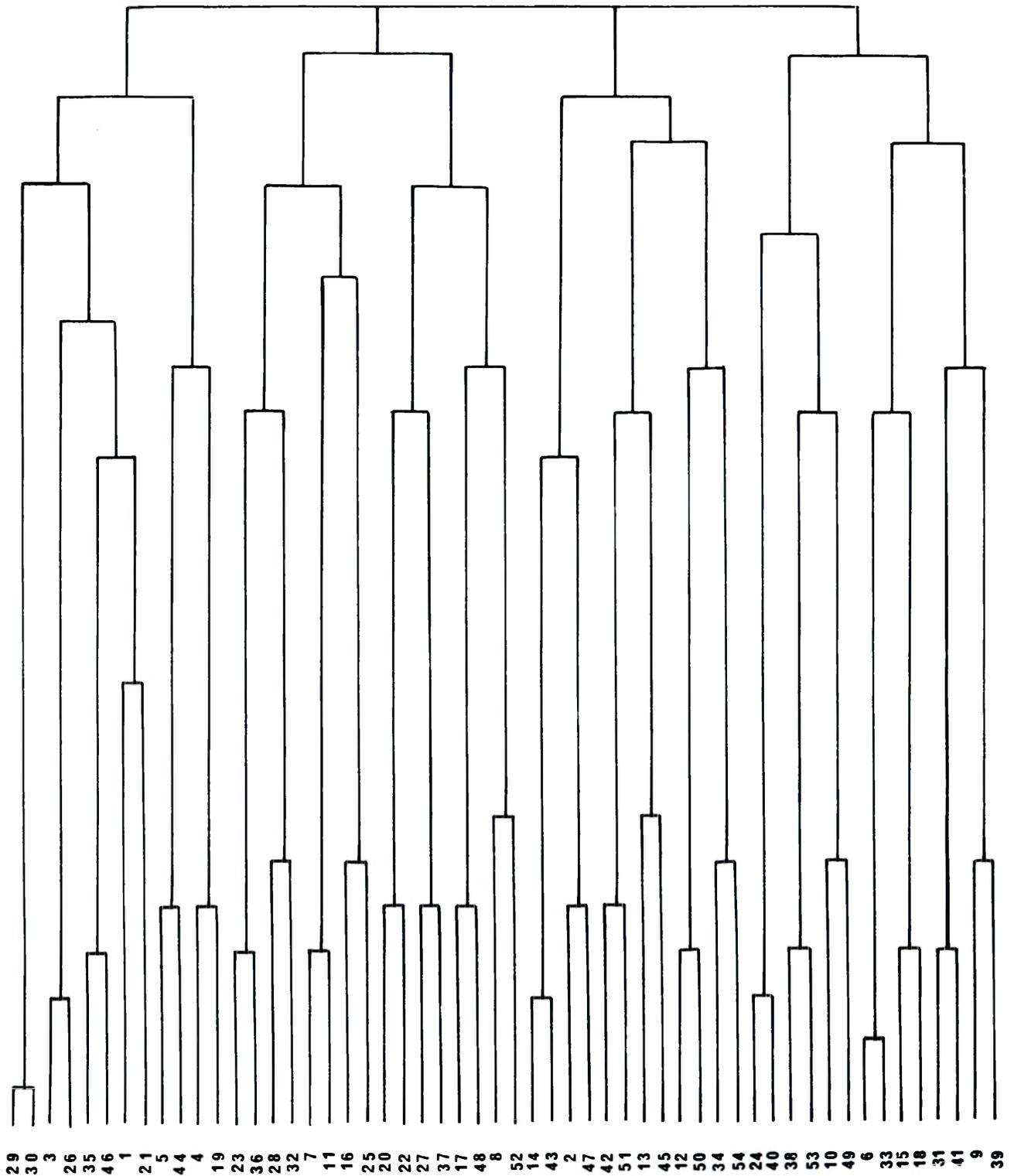


FIG. 5.—Dendrogramme relatif a la methode de Gower: l'ensemble des caractères.

SOKAL, R. R. & ROHLF, P. J., 1962. The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon* 11: 33-40.

ANNEXE

LISTES DES ESPÈCES DU GENRE *ERAGROSTIS*

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. <i>E. aethiopica</i> Chiov. 2. <i>E. arenicola</i> C. E. Hubbard 3. <i>E. aspera</i> Nees 4. <i>E. atrovirens</i> (Desf.) Trin. ex Steud. 5. <i>E. barteri</i> C. E. Hubbard | <ul style="list-style-type: none"> 6. <i>E. botryodes</i> W. D. Clayton 7. <i>E. caespitosa</i> Chiov. 8. <i>E. canescens</i> C. E. Hubbard 9. <i>E. caniflora</i> Rendle 10. <i>E. capensis</i> (Thund.) Trin. 11. <i>E. castellaneana</i> Buscal. & Muschl. 12. <i>E. chapelieri</i> (Kunth) Nees 13. <i>E. cilianensis</i> (All.) Lutati 14. <i>E. ciliaris</i> (L.) R. Br. 15. <i>E. congesta</i> Oliv. |
|---|---|

- | | |
|--|---|
| 16. <i>E. curvula</i> (Schrad.) Nees | 16. Ligule: poils: abondants/ peu/ pas |
| 17. <i>E. cylindriflora</i> Hochst. | 17. Nervure principale: proéminente/ peu/ pas |
| 18. <i>E. exasperata</i> Peter | 18. Epillet sessile ou à pédicelles 5 mm/ pédicelles > 5 mm |
| 19. <i>E. gangetica</i> (Roxb.) Steud. | 19. Panicule: lâche/ contractée/ spiciforme |
| 20. <i>E. heteromera</i> Stapf | 20. Panicule: longueur: |
| 21. <i>E. homblei</i> De Wild. | 21. Rachis: droit/ en zigzag |
| 22. <i>E. humidicola</i> Napper | 22. Rachis: glabre/ pubescent |
| 23. <i>E. inamoena</i> K. Schum. | 23. Rachis: persistant/ caduc |
| 24. <i>E. kiwuensis</i> Jedw. | 24. Rachis avec glandes/ sans glandes |
| 25. <i>E. lappula</i> Nees | 25. Rachis et rachéoles: scabres/ lisses |
| 26. <i>E. macilenta</i> (A. Rich.) Steud. | 26. Désarticulation de bas vers le haut/ inverse |
| 27. <i>E. mildbraedii</i> Pilg. | 27. Epillet: longueur: |
| 28. <i>E. mollior</i> Pilg. | 28. Epillet: largeur: |
| 29. <i>E. namaquensis</i> Schrad. | 29. Epillet: nombre de fleurs: |
| 30. <i>E. namaquensis</i> Schrad. var. <i>diplachnoides</i> (Steud.) W. D. Clayton | 30. Epillet: couleur: pâle/ vert foncé/ violette |
| 31. <i>E. nindensis</i> Ficalho & Hiern | 31. Epillet: forme: lancéolé-linéaire/ ovale-arrondi |
| 32. <i>E. olivacea</i> K. Schum. | 32. Rachéole dans épillet: visible/ pas |
| 33. <i>E. paniciformis</i> (A. Br.) Steud. | 33. Glume inférieure: longueur: |
| 34. <i>E. patens</i> Oliv. | 34. Glume supérieure: longueur: |
| 35. <i>E. pilosa</i> (L.) P. Beauv. | 35. Lema: longueur: |
| 36. <i>E. plurigluma</i> C. E. Hubbard | 36. Palé: longueur: |
| 37. <i>E. prolifera</i> (Sw.) Steud. | 37. Glumelles: ciliées/ pas |
| 38. <i>E. racemosa</i> (Thunb.) Steud. | 38. Paléa: persistante/ caduque |
| 39. <i>E. rejuvenescens</i> Rendle | 39. Lemma: nervure médiane scabre/ lisse |
| 40. <i>E. schweinfurthii</i> Chiov. | 40. Nombre d'étamines: 2 ⁿ 3 |
| 41. <i>E. sclerantha</i> Nees subsp. <i>villosipes</i> (Jedw.) Launert | 41. Anthères: longueur: |
| 42. <i>E. scotelliana</i> Rendle | 42. Caryopse: longueur: |
| 43. <i>E. setulifera</i> Pilg. | 43. Caryopse: L/l (Rapport Longueur sur largeur) |
| 44. <i>E. squamata</i> (Lam.) Steud. | 44. Caryopse: couleur: brune/ pâle/ blanche |
| 45. <i>E. tef</i> (Zucc.) Trotter | 45. Caryopse: forme: aplatie/ pas |
| 46. <i>E. tenella</i> (L.) Roem. & Schult. | 46. Cryptes dans l'épiderme abaxial: présentes/ absentes |
| 47. <i>E. tenuifolia</i> (A. Rich.) Hochst. ex Steud. | 47. Nervure principale: différente des autres/ pas |
| 48. <i>E. thollonii</i> Franch. | 48. Nervure principale: avec parenchyme incolore/ pas |
| 49. <i>E. tremula</i> Steud. | 49. Nervure principale: avec bande fibreuse continue sous la face adaxiale/ pas |
| 50. <i>E. turgida</i> (Schumach.) de Wild. | 50. Aiguillons sur épiderme adaxial: beaucoup/ peu/ pas |
| 51. <i>E. viscosa</i> (Retz.) Trin. | 51. Aiguillons sur épiderme abaxial: présents/ absents |
| 52. <i>E. volkensii</i> Pilg. | 52. Fibres extrafasciculaires sur les bords: beaucoup/ peu/ pas |
| 53. <i>E. welwitschii</i> Rendle | 53. Fibres extrafasciculaires sous l'épiderme adaxial: beaucoup/ peu/ pas |

LISTE DES CARACTERES

- | | |
|--|---|
| 1. Plante vivace / annuelle | 54. Epaisseur du limbe au niveau d'un faisceau de premier ordre: |
| 2. Plante stolonifère / cespiteuse | 55. Gaine parenchymateuse I: développement: |
| 3. Port dressé / géniculé | 56. Gaine parenchymateuse II: forme: a/b/c/d |
| 4. Habitat sec / humide | 57. Gaine fibreuse/ complète/ pas |
| 5. Nombre de noeuds: | 58. Cellules bulliformes: développement: |
| 6. Taille moyenne de la plante: | 59. Cellules bulliformes: forme: a/b/c/d |
| 7. Noeuds engainés / pas | 60. Faisceau: nombre total |
| 8. Limbe: longuer: | 61. Faisceau de 1er ordre: nombre |
| 9. Limbe: largeur: | 62. Faisceau de 2ème ordre: nombre |
| 10. Limbe: rubané/ lancéolé | 63. Faisceau de 3ème ordre: nombre |
| 11. Limbe: base: largeur <ou> que la gaine | 64. Rapport entre le nombre total des faisceaux et le nombre de faisceau de 1er ordre: |
| 12. Limbe: poile grands/ petits/ pas | 65. Rapport entre l'épaisseur du limbe au niveau d'un faisceau de 1er ordre et l'épaisseur du limbe au niveau du mésophylle adjacent: |
| 13. Limbe: marge: lisse/ scabre | 66. Faisceaux de 1er ordre: forme: circulaire/ elliptique/ angulaire |
| 14. Limbe: marge: avec glandes/ sans glandes | 67. Epiderme abaxial: ondulé: fortement/ peu/ pas |
| 15. Epiderme supérieur: lisse/ scabre | |

68. Epiderme adaxial à côtes: proéminents: très/ peu/ pas
 69. Nombre de files stomatiques: une/ plusieurs
 70. Files stomatiques: juxtaposées/ pas
 71. Cellules subsidiaires: forme: triangulaire/ en dôme
 72. Stomates: dimensions:
 73. Aiguillons: abondants peu/ pas
 74. Aiguillons: pointe: arrondi/ pas
 75. Aiguillons: position: allongée/ pas
 76. Aiguillons: base: arrondie/ pas
 77. Poils courts: abondants/ peu/ pas
 78. Poils courts: longueur:
 79. Poils courts: cellule distale = ou cellule basale
 80. Poils courts: base: effilée/ pas
 81. Poils courts: bicellulaires/ unicellulaires
 82. Poils longs: présents/ absents
 83. Cellules courtes sur zone intercostale: abondantes/ peu/ pas
 84. Cellules courtes: grand axe: vertical/ horizontal
 85. Cellules courtes: isolées/ groupées
 86. Cellules siliceuses: forme a/b/c/d
 87. Cellules épidermiques: parois: très sinueuse/ peu sinueuse
 88. Densité stomatique

LISTE DES GROUPES

Groupe I: composé de:

- E. aethiopica*
E. aspera
E. macilenta
E. namaquensis
E. namaquensis var. *diplachnoides*
E. pilosa
E. tef

Groupe II: composé de:

- E. atrovirens*
E. barteri
E. curvula
E. gangetica
E. heteromera
E. caniflora
E. homblei

*E. humidicola**E. lappula**E. squamata*

Groupe III: composé de:

- E. caespitosa*
E. castellaneana
E. inamoena
E. mollior
E. nindensis
E. olivacea
E. plurigluma
E. rejuvenescens
E. sclerantha subsp. *villosipes*

Groupe IV: composé de:

- E. canescens*
E. cylindriflora
E. mildbraedii
E. prolifera
E. tenuifolia
E. viscosa

Groupe V: composé de:

- E. arenicola*
E. ciliaris
E. setulifera
E. tenella

Groupe VI: composé de:

- E. chapelieri*
E. cilianensis
E. patens
E. scotelliana
E. superba
E. tremula
E. turgida
E. welwitschii

Groupe VII: composé de:

- E. capensis*
E. kiwuensis
E. racemosa
E. schweinfurthii
E. thollonii
E. volkensis

Groupe VIII: composé de:

- E. botryodes*
E. congesta
E. exasperata
E. paniciformis