

G. G. GUITONNEAU

M. ROUX

Sur la taxinomie du genre *Erodium*

Les cahiers de l'analyse des données, tome 2, n° 1 (1977),
p. 97-113

http://www.numdam.org/item?id=CAD_1977__2_1_97_0

© Les cahiers de l'analyse des données, Dunod, 1977, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Les cahiers de l'analyse des données » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

SUR LA TAXINOMIE DU GENRE *ERODIUM*

par G. G. Guitonneau ⁽¹⁾ et M. Roux ⁽²⁾

Le genre *Erodium* L'Hér. (Famille des géraniacées, règne végétal) a déjà fait l'objet d'une étude de taxinomie mathématique (cf. Guitonneau, Roux et Uzan, 1971). Dans un but principalement méthodologique nous reprenons ici, en les complétant, les données de la précédente étude. D'une part on a adjoint quelques échantillons nouveaux, dont certains appartiennent à des espèces déjà envisagées et d'autres à cinq espèces nouvelles, ce qui porte à 82 le nombre des populations considérées. D'autre part on a modifié et complété l'ensemble des caractères morphologiques : à l'ancienne liste de 31 caractères est substituée une nouvelle liste de 38 caractères (donnée en annexe) qui se décompose comme suit :

- 15 caractères qualitatifs à deux modalités
- 13 caractères qualitatifs à trois modalités
- 5 caractères en 4 ou 6 classes
- 5 caractères quantitatifs

Les caractères qualitatifs retenus sont constants sur tous les individus d'une même population. Les caractères quantitatifs sont obtenus en faisant la moyenne des valeurs de ce caractère sur la population considérée.

En présence d'une telle diversité dans la description le simple bon sens commande la prudence dans l'emploi du programme d'analyse factorielle des correspondances que nous avons en vue. Jusqu'à présent notre méthode était de faire des analyses partielles sur des sous-tableaux du tableau complet des observations, ne comportant que des caractères homogènes. Après ces analyses préliminaires dont les résultats étaient déjà utiles, on regroupait en un seul tableau les coordonnées des objets étudiés sur les différents axes issus de ces analyses, tableau qui était à son tour analysé. C'est ce qui avait été fait dans l'étude de 1971 ainsi que dans les travaux sur *Senecio helenitis* (L) Cuf. (Brunerye, Gorenflot et Roux, 1969 et 1971) et sur *Armeria maritima* (Lefèvre, Gorenflot et Roux, 1972).

Deux autres techniques de traitement ont été appliquées dans le présent travail : l'une consiste à rendre les variables numériques analogues à des caractères qualitatifs par regroupement des valeurs de ces variables en un nombre restreint de classes qui sont alors prises comme nouveaux caractères ; l'autre procède par application d'une pondération judicieuse à chacun des groupes de caractères.

Notre exposé se divisera donc en trois parties : la première partie est destinée à expliquer en détail chacune de ces deux nouvelles méthodes ; la seconde partie montrera l'extrême similitude entre les résultats fournis par ces trois procédés de calcul ; enfin, dans une troisième partie on examinera les résultats sur le plan de la biologie végétale. Tous les résultats seront repris dans une conclusion. Suivent un glossaire terminologique ; la liste des espèces étudiées ; celle des caractères et de leurs modalités ; une bibliographie ; enfin le listing des données.

(1) Professeur ; Faculté des Sciences d'Alger.

(2) Chargé de recherches CNRS - Université Pierre et Marie Curie - Paris.

1. Deux artifices pour traiter des variables hétérogènes

1.1 Découpages des variables continues en classes de valeurs

Tout d'abord à chaque caractère qualitatif est attribué, dans le tableau soumis à l'analyse, autant de colonnes qu'il possède de modalités. Pour une observation donnée, correspondant à une ligne de ce tableau, on met un 1 dans la colonne de la modalité qu'elle présente et des 0 dans les autres colonnes afférentes à ce caractère. Cette manière de faire a l'avantage de ne pas faire jouer l'arbitraire lié au choix des codes de modalités. Ainsi aux 15 caractères à deux éventualités correspondent 30 colonnes du tableau définitif. Cependant chacun des 13 caractères à 3 modalités ne s'est vu affecter que deux colonnes par suite de l'observation suivante : il y a toujours une modalité qui représente un état intermédiaire entre les deux modalités extrêmes ; dans une telle éventualité on inscrit la valeur 1/2 dans chacune des deux colonnes correspondant aux situations extrêmes. Par ce biais on limite à 26 le nombre des colonnes attribuées à ce type de caractère.

Quatre caractères à 4 modalités occupent ensuite 16 colonnes, enfin le caractère à 6 états nécessite 6 colonnes, soient en tout $30 + 26 + 16 + 6 = 78$ colonnes pour les caractères qualitatifs.

Avant toute transformation, on a divisé chacune des valeurs des variables numériques, sauf le nombre des spires de l'arête du méricarpe, par leur somme (pour l'observation considérée) afin d'éliminer l'influence de la taille générale des populations (Voir en annexe le tableau des corrélations) ; cet effet de taille avait eu des conséquences fâcheuses dans une étude analogue à celle-ci portant sur le genre *Myosotis* (cf. Blaise, Briane et Lebeaux, 1973). Puis au vu des histogrammes détaillés de ces nouvelles variables, on a décidé de ne distinguer que 4 classes de valeurs qui sont considérées comme des modalités de caractères qualitatifs. Aux cinq variables quantitatives originelles correspondent donc maintenant 20 colonnes du tableau final.

Pour atténuer la perte d'information occasionnée par ce procédé, nous avons attribué des valeurs intermédiaires à 0 et 1 pour les observations voisines des limites de classes, comme indiqué sur notre figure 1 ; l'axe horizontal de cette figure symbolise les valeurs de la variable quantitative que l'on veut découper en classes, les 4 fonctions, représentées par des traits différents, donnent les valeurs qui seront portées dans les 4 colonnes correspondantes du tableau définitif à la place de la variable considérée ; ainsi l'observation x_1 qui tombe dans la zone centrale de la classe 2 obtiendra la suite des valeurs 0, 1, 0, 0 dans les quatre colonnes, tandis que l'observation x_2 , voisine de la limite entre les classes 2 et 3 sera codée par 0, 1/4, 3/4, 0.

On a ainsi obtenu au total : $78 + 20 = 98$ colonnes. Ce codage présente plusieurs inconvénients : tout d'abord, après transformation, le tableau requiert beaucoup plus de place dans la mémoire de l'ordinateur ; ensuite le temps de calcul se trouve augmenté dans des proportions importantes. En revanche on a bien réalisé un ensemble de caractères homogène et toutes les observations ont même poids, c'est à dire que la somme des valeurs d'une ligne du tableau final vaut exactement 38, soit le nombre des variables originelles.

1.2 Pondération des différents groupes de variables

Comme dans le cas précédent les 15 caractères à deux éventualités ainsi que les 13 caractères à trois éventualités sont codés sur deux colonnes et constituent donc un groupe de 56 nouvelles variables considérées comme homogènes. On a rassemblé dans un deuxième groupe les quatre caractères à 4 états ainsi que les 6 caractères à 6 états ; ces caractères sont codés de la même façon que précédemment et occupent donc 22 colonnes. Enfin le troisième groupe est formé des 5 variables continues qu'on a laissées inchangées cette fois-ci. A ces trois groupes de variables homogènes correspondent trois sous-tableaux du tableau complet. La méthode consiste à multiplier toutes les valeurs de chacun de ces sous-tableaux par un facteur différent suivant le groupe considéré. Le calcul de ces trois facteurs de pondération a été effectué grâce au programme mis au point par notre collègue A. Hamrouni, qui permet de déterminer des coefficients tels que les contributions de chacun des sous-tableaux à l'inertie

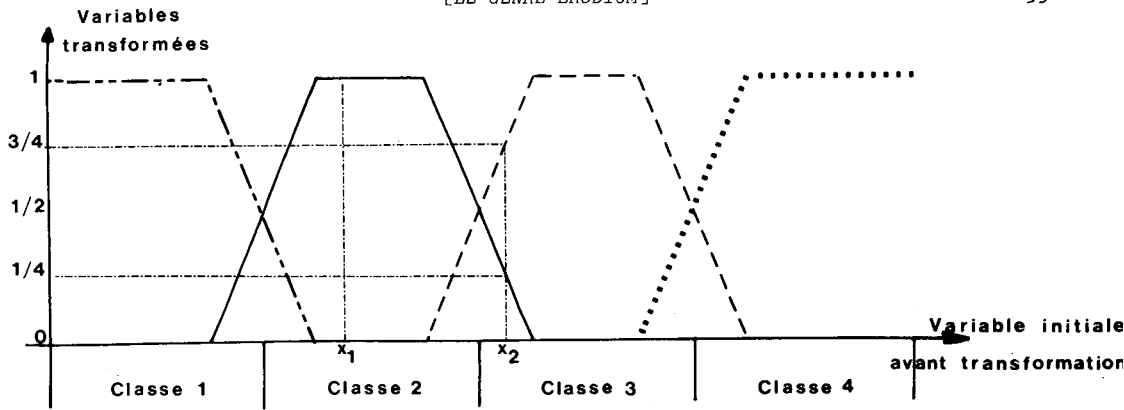


Figure 1

Découpage en classes des variables continues

du tableau complet soient proportionnelles aux inerties qu'auraient ces sous-tableaux s'ils étaient analysés séparément. On neutralise de cette façon les facteurs qui pourraient apparaître uniquement parce que les différents sous-tableaux sont inégalement occupés, ou occupés par des nombres de grandeurs différentes. Les trois coefficients obtenus sont respectivement : 0,152, 0,842 et 0,006 pour les trois groupes décrits ci-dessus.

2. Comparaison des méthodes

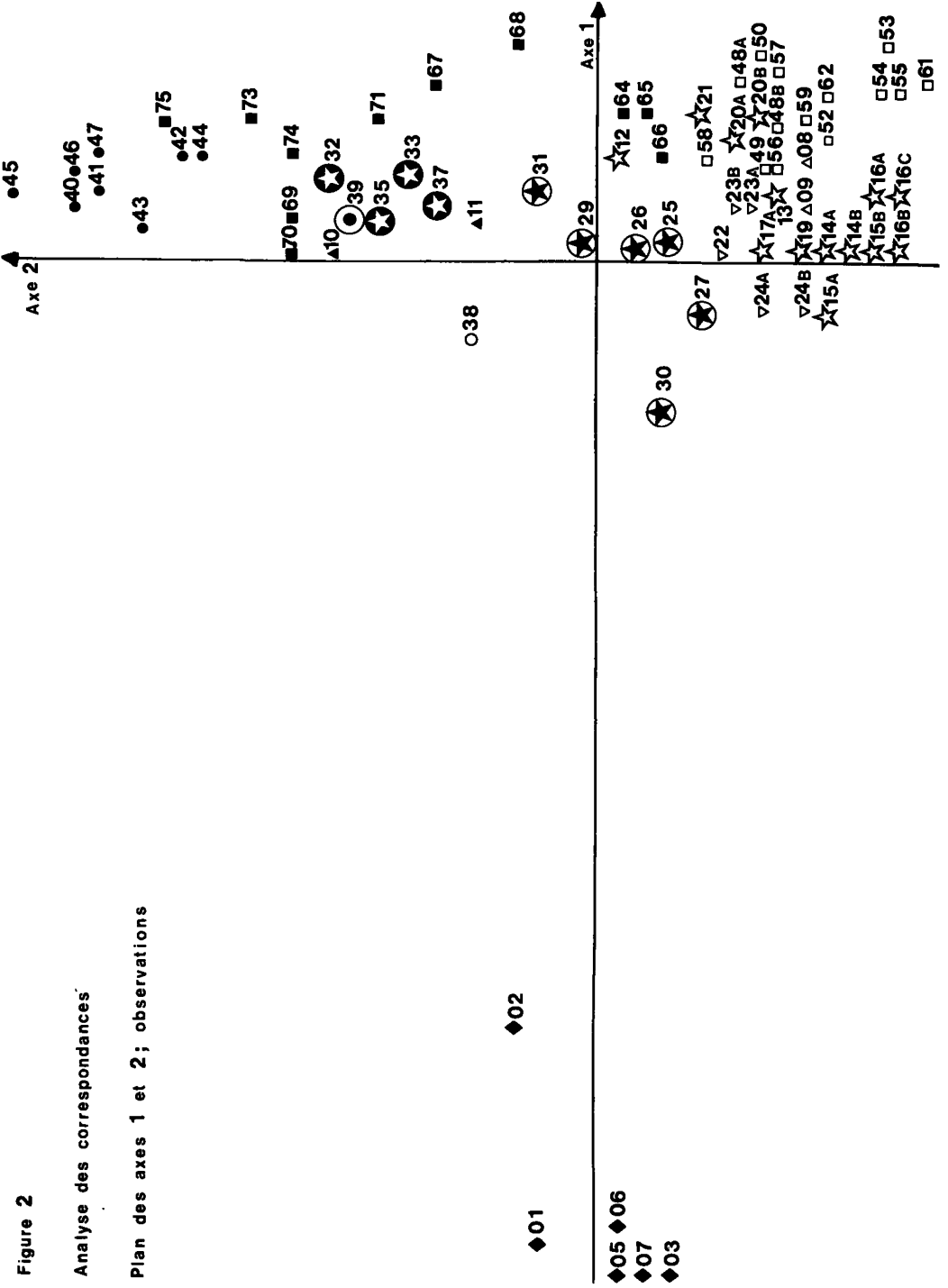
Pour chacune des trois méthodes employées, analyse globale des résultats issus d'analyses partielles, analyse des variables découpées en classes ou analyse du tableau pondéré, on a extrait cinq facteurs. Voici les corrélations, au sens classique (*Bravais-Pearson*) entre ces facteurs (P1, P2, ..., P5) désignent les facteurs obtenus par la première méthode, C1, C2, ..., C5 sont les facteurs obtenus par la deuxième méthode, enfin H1, H2, ..., H5 sont ceux issus de la troisième méthode).

	P1	P2	P3	P4	P5
C1	0.935	- 0.144	0.258	- 0.011	0.022
C2	0.187	0.940	0.154	- 0.133	- 0.022
C3	- 0.141	0.208	0.723	0.390	- 0.076
C4	- 0.126	- 0.071	0.391	- 0.787	0.130
C5	0.139	0.105	- 0.322	0.188	0.008
	P1	P2	P3	P4	P5
H1	0.911	- 0.231	0.263	- 0.015	0.026
H2	- 0.269	- 0.937	0.111	- 0.026	0.038
H3	- 0.131	0.099	0.741	0.413	0.005
H4	0.162	- 0.120	- 0.465	0.815	0.003
H5	- 0.132	0.137	0.204	0.243	0.318
	C1	C2	C3	C4	C5
H1	0.994	- 0.088	- 0.025	0.001	- 0.040
H2	- 0.091	- 0.969	- 0.121	0.143	- 0.046
H3	0.015	- 0.105	0.973	0.005	0.000
H4	- 0.002	- 0.114	- 0.043	- 0.832	0.413
H5	- 0.029	0.009	- 0.032	- 0.261	- 0.764

Figure 2

Analyse des correspondances

Plan des axes 1 et 2 ; observations



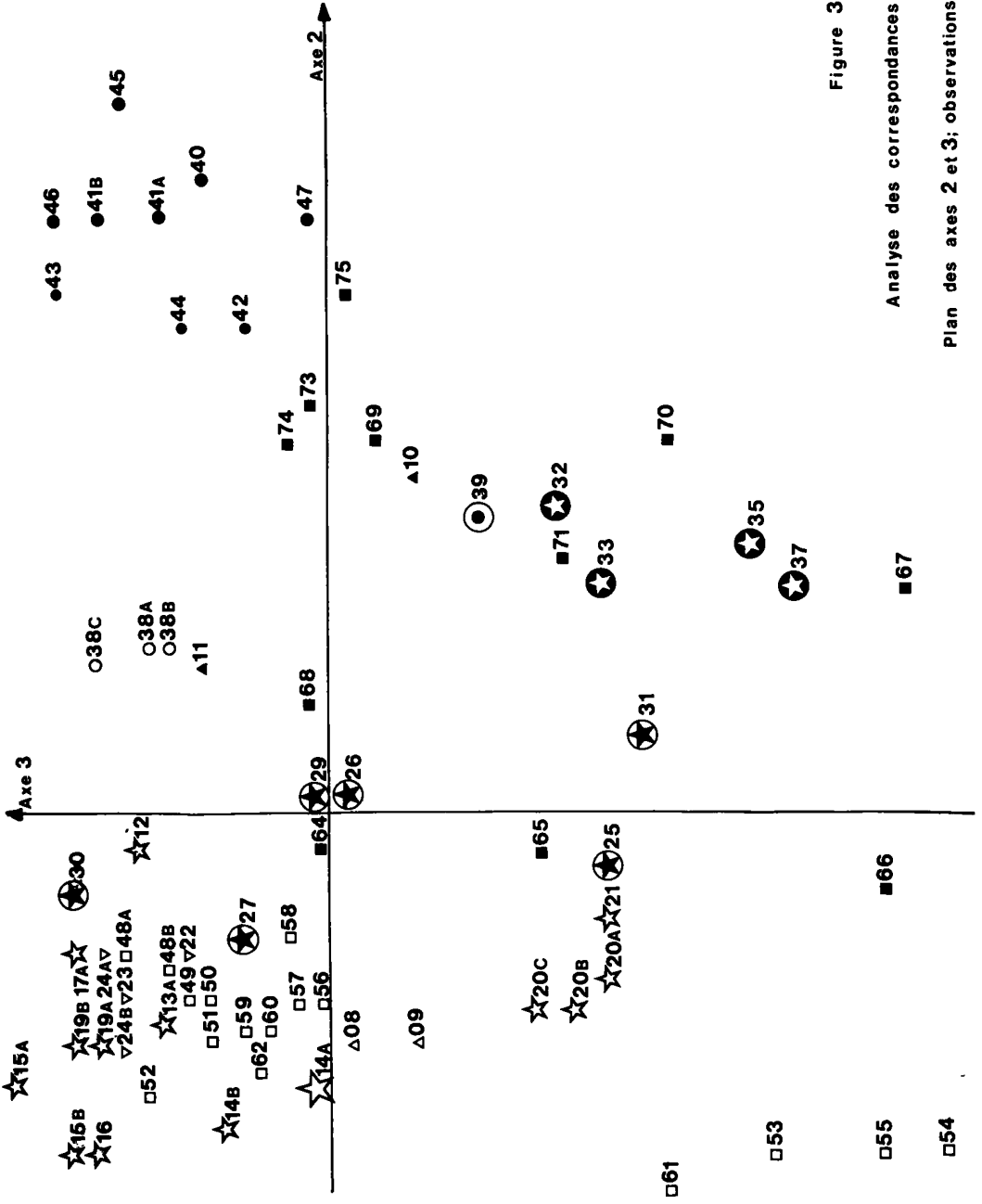


Figure 3

Analyse des correspondances

Plan des axes 2 et 3; observations

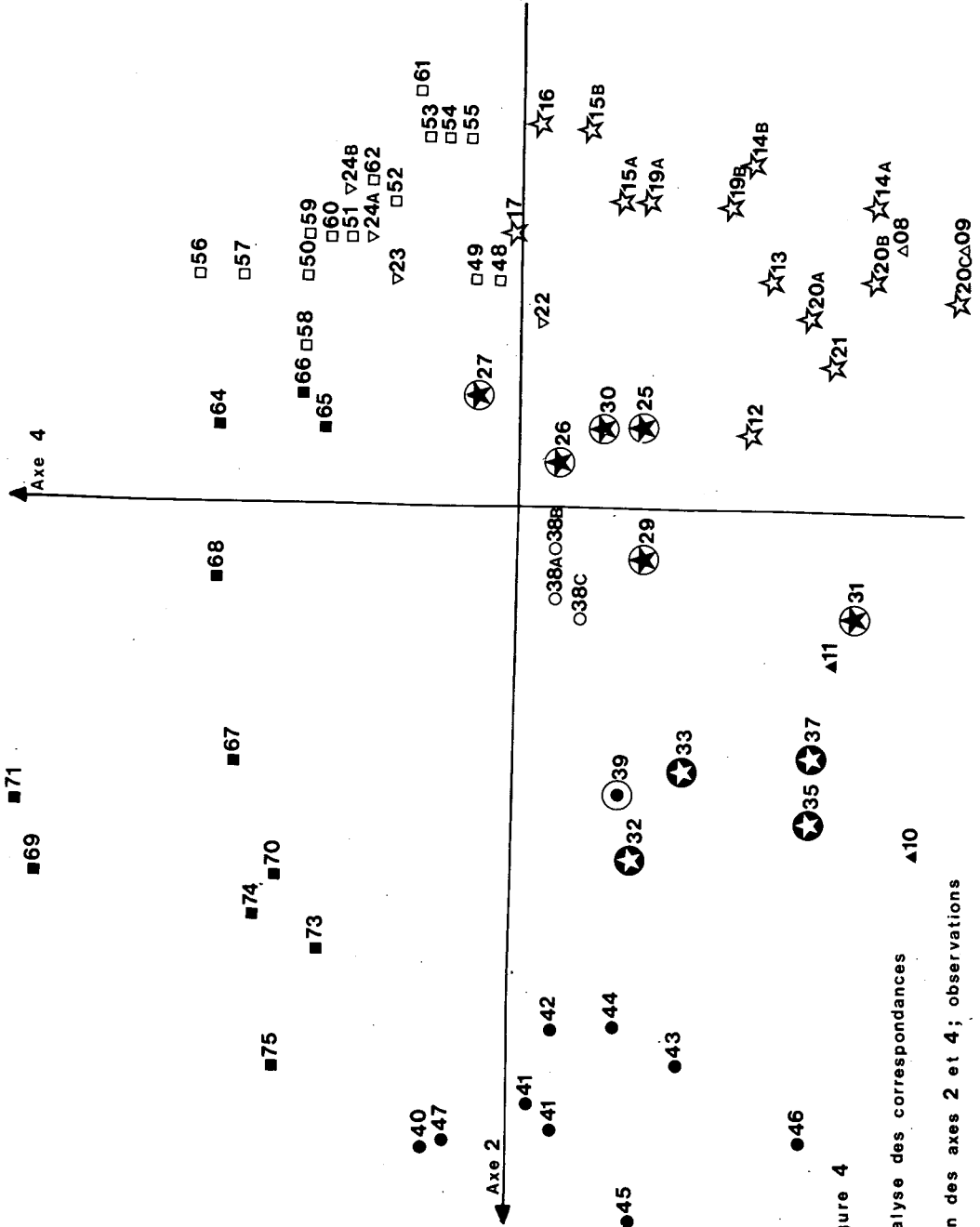


Figure 4
Analyse des correspondances

Plan des axes 2 et 4; observations

On voit qu'il y a de très fortes corrélations entre les quatre premiers facteurs issus des trois méthodes ; les deux dernières méthodes fournissent également des cinquièmes facteurs bien corrélés. Ces résultats confirment la validité des travaux effectués précédemment par la technique des analyses partielles. Au vu de ces résultats où les trois méthodes donnent à peu près la même chose peut-on recommander l'une d'entre elles plutôt qu'une des deux autres ?

La méthode des analyses partielles nous paraît devoir être évitée, d'une part en raison de l'arbitraire du nombre de facteurs à retenir pour l'analyse globale, d'autre part à cause des difficultés d'interprétation des résultats. Cependant il se peut que l'on ait encore recours à ce procédé dans le cas où les caractères sont trop nombreux pour être traités simultanément.

Parmi les deux méthodes restantes il est difficile de trancher en toute généralité, les avantages et les inconvénients pouvant varier suivant les données : celle des pondérations, affranchie d'interventions empiriques, est séduisante mais certain résultat pratique (Voir § 3) peut nous inciter à pencher vers celle du découpage en classes malgré l'arbitraire que comporte un tel découpage.

3. Résultats de taxinomie du genre *Erodium*

Etant donnée l'extrême similitude des résultats des trois méthodes, démontrée au § précédent, nous n'examinerons que ceux fournis par le procédé des pondérations.

Voici d'abord les valeurs propres et les pourcentages d'inertie relatifs aux cinq premières valeurs propres :

	Val. propres	% inertie
1	0.212	19.7
2	0.150	13.9
3	0.094	8.7
4	0.068	6.3
5	0.062	5.7

Examinons maintenant les différents diagrammes relatifs aux observations.

L'axe 1 (figure 2) isole très clairement le sous-genre *plumosa* (n^{os} 01 à 07). En 1971 nous n'avions une telle séparation que dans l'analyse partielle des caractères qualitatifs à deux modalités. Soulignons que cela n'est pas dû à la méthode employée, puisque les résultats obtenus aujourd'hui par l'ancienne méthode sont analogues, mais bien à l'adjonction de nouvelles populations. Incidemment on voit combien est important le fait d'avoir un échantillonnage aussi complet que possible pour un bon rendement de l'analyse. On peut dire ici que les nouvelles observations, introduites principalement dans les autres groupes, soulignent l'originalité du sous-genre

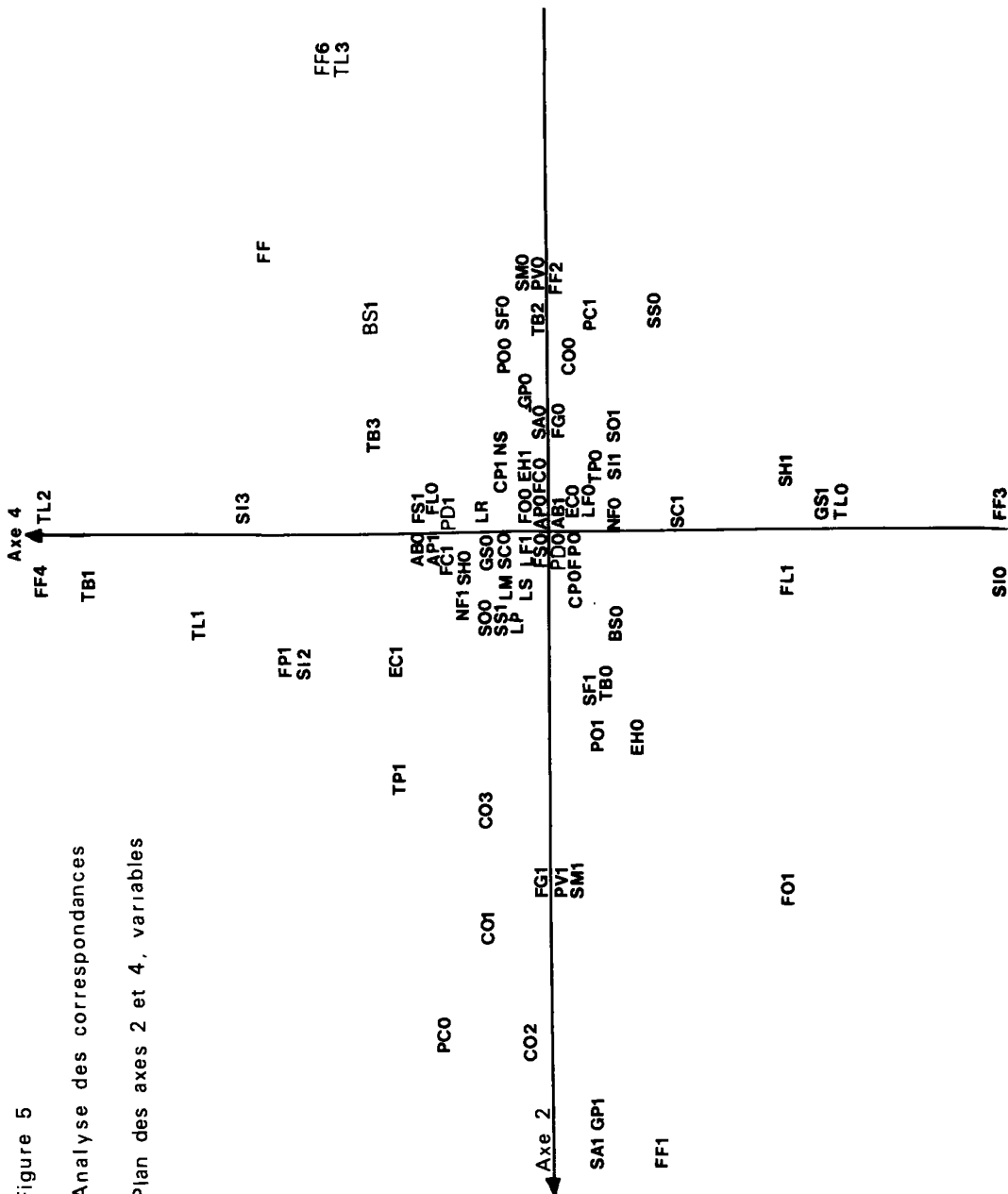
Examinons les axes 2 et 3 (Figure 3). L'axe 2 sépare, comme dans l'étude précédente, les annuelles (partie négative) des vivaces (partie positive) excepté pour les espèces 38 (*Erodium ciconium*) (Jusl. & L) L'Hér.) et 39 (*E. alpinum* L'Hér.) qui sont distinguées par l'axe 3. L'examen des coordonnées et des contributions des caractères sur cet axe fait ressortir deux caractères particuliers : présence de glandes capitées subsessiles dans la fovéole (partie du fruit) et staminodes hirsutes du côté dorsal (caractère de la fleur) qui sont précisément ceux qui permettent de distinguer les espèces 38 et 39 (cf. Guittoneau, 1972, p. 93).

On remarque encore sur ce diagramme l'homogénéité de la sous-section *cicutaria* (n^{os} 40 à 47) comparée à la variabilité de la sous-section *petraea* (n^{os} 48 à 62). Nous allons examiner maintenant le plan des axes 2 et 4 (Figure 4), d'où l'on a supprimé le sous-genre *plumosa* (n^{os} 01 à 07), comme sur la figure précédente, pour ne pas encombrer le graphique avec des observations dont l'excentricité, avérée dès l'axe 1, ne fait aucun doute.

Figure 5

Analyse des correspondances

Plan des axes 2 et 4, variables



Ce qui frappe au premier coup d'oeil dans ce graphique c'est sa grande ressemblance avec le graphique des axes 1 et 2 pour l'analyse globale de 1971, l'axe 2 correspondant à l'ancien axe 2 et l'axe 4 correspondant à l'ancien axe 1. On a, en effet, dans la partie positive de ce dernier, isolées les espèces de la section *Cicutaria* à quelques exceptions près (23, 24, 27, 40 et 47). De plus, dans l'ensemble, les nuages relatifs aux différentes sous-sections et séries ne se chevauchent pas, mise à part la série de l'*E. botrys* (n°s 22 à 24). Les conclusions de notre travail précédent se trouvent donc consolidées : de nombreux caractères morphologiques sont liés à la pérennité, notamment l'absence de tiges et la forme des feuilles ; cette dernière permet en outre d'établir les grandes subdivisions du genre, comme le montrent les contributions de ce caractère et le graphique homologue du précédent pour les variables (Figure 5).

On remarque toutefois sur ce graphique que les 5 variables continues ont des positions voisines de l'origine, et dans la liste des contributions des caractères aux facteurs, les valeurs qu'elles obtiennent sont faibles ; cela est en désaccord avec la méthode du découpage en classes où l'une d'entre elles - longueur du rostre du fruit - a des contributions importantes à l'axe 2, le long duquel ses modalités sont d'ailleurs bien échelonnées. Ceci peut s'expliquer par le fait que les profils des variables numériques, forcément moins accusés que ceux des variables qualitatives, s'estompent devant ces derniers dans l'analyse du tableau pondéré. Une analyse avec un second système de pondérations, tel que les contributions des trois types de caractères à l'inertie totale soient égales, si elle a bien augmenté les contributions des variables quantitatives, occasionne une perturbation des axes telle que les graphiques qu'on en tire ne sont plus comparables aux précédents. Les positions des variables continues sur ces graphiques ne sont d'ailleurs pas plus excentrées.

4. Conclusion

Pour terminer ce travail nous allons en rappeler les principaux résultats qui sont à la fois méthodologiques et biologiques. Sur le plan méthodologique les trois méthodes mises en concurrence sont à peu près équivalentes quant à la discrimination des observations car il n'en est pas tout à fait de même pour les variables. En effet, dans la méthode des analyses partielles, les variables originelles sont perdues, puis-que remplacées, dans le traitement global, par les facteurs issus de ces analyses, ce qui peut rendre malaisé l'interprétation des axes. D'autre part nous avons vu que la méthode des pondérations avait tendance à minimiser le rôle des variables quantitatives. Cet écueil est évité par le découpage en classes qui affecte à chaque variable continue une suite de caractères qualitatifs correspondant aux classes de valeurs de cette variable. Ces considérations nous amènent donc à faire les recommandations suivantes :

1°) n'utiliser la méthode des analyses partielles que lorsque aucune des deux autres n'est applicable sans alourdir inconsidérément les calculs.

2°) la méthode des pondérations semble la plus commode et la plus efficace, sauf, peut-être, lorsque les variables quantitatives sont en petit nombre, comme c'était notre cas. Dans une telle situation l'emploi de la méthode du découpage en classes n'augmente pas excessivement la taille du tableau à analyser et les variables continues ne voient pas leur rôle diminué au profit des caractères qualitatifs. Rappelons que ce découpage en classes présente toutefois un certain arbitraire dans le choix du nombre et des limites de classes.

Sur le plan de la taxinomie du genre *Erodium* nous avons retrouvé les subdivisions définies antérieurement, avec, semble-t-il, plus de précision. Les incisions foliaires sont probablement la cause du rapprochement de *E. botrys* avec la sous-section *Cicutaria* et l'axe 3 met en évidence la valeur systématique des caractères "staminodes hirsutes" et "fovéoles à glandes subsessiles".

Enfin l'expérience que nous venons de réaliser a deux autres enseignements d'une portée plus générale : nécessité d'avoir, pour l'analyse factorielle des correspondances, un ensemble de caractères aussi homogène que possible, et un ensemble d'observations qui reproduise fidèlement l'éventail des variations possibles au sein du domaine étudié, qualité que l'on peut appeler exhaustivité de l'échantillonnage.

Explication de quelques termes (Glossaire)

Aciculaire : en forme d'aiguille.

Adné : soudé à un autre organe.

Arête (du méricarpe) : partie en hélice qui prolonge le méricarpe.

Bractée : petite feuille, placée à la base des fleurs, souvent à la base du pédoncule.

Capité : terminé par une tête arrondie.

Cotylédon : lobe situé sur l'axe de la plantule à l'intérieur de la graine.

Caulescent : ayant une tige (antonyme : acaule).

Crassulescent : (du latin *crassus* : gros, épais) se dit d'un organe charnu.

Déhiscent : se dit d'un organe clos qui s'ouvre de lui-même pour se vider de son contenu.

Fovéole : petite dépression à la limite du fruit et de l'arête, dans le genre *Erodium*.

Inflorescence : groupe de fleurs voisines les unes des autres, ou séparées seulement par des bractées.

Limbe : partie large et le plus souvent plate de la feuille.

Marcescent : (du latin *marcescere* : faner, flétrir) qui se flétrit sur la plante sans s'en détacher.

Méricarpe (au sens étymologique : fruit partiel) : fruit constitué d'une capsule contenant deux graines, une seule d'entre elles étant, en général, fécondée puis abandonnée à l'environnement après déhiscence.

Orbiculaire : en forme d'anneau.

Pennatiséquée : se dit des feuilles pennées où les folioles possèdent en outre de profondes incisions anguleuses.

Penné : se dit des feuilles à folioles disposées de part et d'autre d'un pétiole commun, comme les barbes d'une plume.

Pétiole : partie étroite et allongée par laquelle la feuille se rattache à la tige.

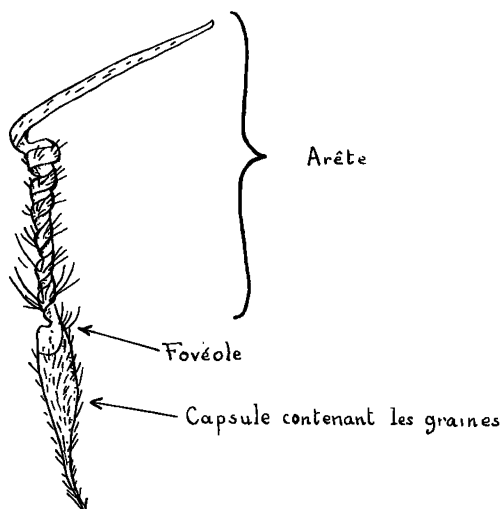
Plantule : embryon de la future plante, contenu dans la graine.

Sessile : sans pétiole ni pédoncule (antonyme : pédonculé, pédicellé).

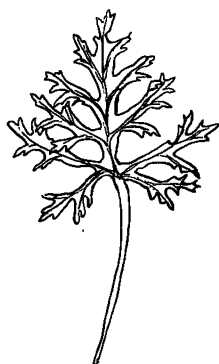
Staminode : organe stérile remplaçant les étamines.

Stipules : parties de la feuille situées de part et d'autre et à la base de la feuille.

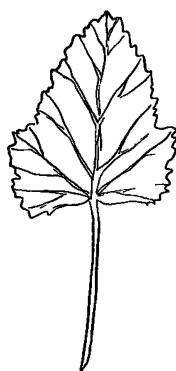
Vivace : qui vit plusieurs années.



Exemple de méricarpe



Feuille pennatiséquée



Feuille simple lobulée

Exemples de feuilles

Liste des espèces représentées

Les numéros et les sigles des graphiques correspondent à ceux de la liste ci-dessous ; ces conventions d'écriture reprennent sans changement celles qui avaient été employées dans notre précédente publication (Guittonneau, Roux et Uzan), 1971). Lorsque plusieurs populations ont été tirées de la même espèce elles sont identifiées par les lettres A, B ou C placées à la suite du numéro de l'espèce.

Subgenus Plumosa

- 01 ◆ *E. arborescens* (Desf.) Willd.
- 02 ◆ *E. guttatum* (Desf.) Willd.
- 03 ◆ *E. glaucophyllum* (L.) L'Hér.
- 05 ◆ *E. hirtum* (Forsk.) Willd.
- 06 ◆ *E. hirtum* var. *maroccanum* Maire
- 07 ◆ *E. hirtum* var. *glabriusculum* Boiss.

Sous-section *Chamaedryoidea*

- 08 △ *E. maritimum* (L.) L'Hér.
- 09 △ *E. sanguischristi* Sennen
- 10 ▲ *E. reichardii* (Murr.) D.C.
- 11 ▲ *E. corsicum* L'Éman

Sous-section *Malacoïda*

- 12 ☆ *E. oreophilum* Quézel
- 13 ☆ *E. alnifolium* Gussone
- 14 ☆ *E. chitum* (L.) Willd.
- 15 ☆ *E. pulverulentum* (Cav.) Willd.
- 16 ☆ *E. laciniatum* (Cav.) Willd.
- 17 ☆ *E. keithii* Guitt. & Le Houérou
- 19 ☆ *E. neuradifolium* Delile
- 20 ☆ *E. malacoïdes* (L.) L'Hér.
- 21 ☆ *E. garamantum* (Maire) Guitt.
- 22 ▽ *E. gruinum* (L.) L'Hér.
- 23 ▽ *E. brachycarpum* (Godr.) Thell.
- 24 ▽ *E. botrys* (Cav.) Willd.
- 25 ⬤ *E. populifolium* L'Hér.
- 26 ⬤ *E. nervulosum* L'Hér.
- 27 ⬤ *E. munbyanum* Boiss.
- 29 ⬤ *E. crenatum* Pomel
- 30 ⬤ *E. hesperium* (Maire) Lindberg
- 31 ⬤ *E. trifolium* (Cav.) Guitt.
- 32 ⬤ *E. boissieri* Cosson
- 33 ⬤ *E. asplenioides* (Desf.) Willd.
- 35 ⬤ *E. atlanticum* Cosson & Ball
- 37 ⬤ *E. cossonii* Guitt. & Mathez

Sous-section *Absinthioidea*

- 38 ○ *E. ciconium* (Jusl. & L.) L'Hér.
 39 ● *E. alpinum* L'Hér.

Sous-section *Petraea*

- 40 ● *E. heteradenum* (P. & F. Q.) Guitt.
 41 ● *E. cheilanthifolium* Boiss.
 42 ● *E. glandulosum* (Cav.) Willd.
 43 ● *E. foetidum* (L. & Nath.) L'Hér.
 44 ● *E. rupestre* (Pourret) Guitt.
 45 ● *E. celtibericum* Pau
 46 ● *E. crispum* Lapeyrouse
 47 ● *E. rodiei* (Br. - Bl.) Poirion

Sous-section *Cicutaria*

- 48 □ *E. lebelii* Jordan
 49 □ *E. sublyratum* Sampaio
 50 □ *E. cicutarium* ssp *ontigolanum* Guitt.
 51 □ *E. microphyllum* Pomel
 52 □ *E. aethiopicum* (Lam.) Brumh. & Thell.
 53 □ *E. moschatum* (L.) L'Hér.
 54 □ *E. touchyanum* Delile
 55 □ *E. stellatum* Delile
 56 □ *E. primulaceum* Welwitsch
 57 □ *E. cicutarium* (L.) L'Hér.
 58 □ *E. tocranum* Guitt. & Le Houérou
 59 □ *E. praecox* (Cav.) Willd.
 60 □ *E. cicutarium* ssp *dunense* Andreas
 61 □ *E. salzmannii* Delile
 62 □ *E. danicum* Larsen

Sous-section *Romana*

- 64 ■ *E. acaule* (L.) Becher & Thell.
 65 ■ *E. masquindali* Pau
 66 ■ *E. sebaceum* Delile
 67 ■ *E. mouretii* Pitard
 68 ■ *E. rupicola* Boiss.
 69 ■ *E. carvifolium* Boiss. & Reuter
 70 ■ *E. castellanum* (Pau) Guitt.
 71 ■ *E. manescavi* Cosson
 73 ■ *E. pavi* Sennen
 74 ■ *E. daucoides* Boiss.
 75 ■ *E. cazorlanum* Heywood

Liste des caractères avec leurs abréviations

A. Caractères qualitatifs à deux modalités

- 1 AP Arête du méricarpe plumeuse ou non
- 2 AB Arête du méricarpe barbue ou non
- 3 FS Fovéole du méricarpe striée ou non
- 4 GP Fovéole à glandes capitées pédicellées ou non
- 5 GS Fovéole à glandes capitées subsessiles ou non

Nota : certains fruits ont une fovéole dépourvue de glandes ; dans ce cas la réponse négative a été retenue pour les deux caractères précédents.

- 6 FP Fovéole à glandes aciculaires ou non
- 7 SH Staminodes hirsutes ou non
- 8 SC Staminodes ciliées ou non
- 9 EH Filet des étamines hirsute ou non
- 10 EC Filet des étamines cilié ou non
- 11 PD Plantules dressées ou non
- 12 PV Plantules vivaces ou annuelles
- 13 PC Plantules caulescentes ou acaules
- 14 FC Feuilles crassulescentes ou non
- 15 SM Stipules marcescentes ou non

B. Caractères à trois modalités

- 16 SO Stipules en ovale large, moyen ou étroit
- 17 FL Feuilles en ovale large, moyen ou étroit
- 18 SA Stipules adnés sur plus de leur demi-longueur, sur la moitié de leur longueur ou libres
- 19 NF Inflorescence ayant plus de 10 fleurs, de 5 à 9 fleurs ou moins de 5 fleurs
- 20 LF Fovéole grande, moyenne ou petite
- 21 FG Fovéole à bord cilié, peu cilié ou glabre
- 22 FO Fovéoles orbiculées, carencées ou suborbiculaires
- 23 SS Spires basales de la fovéole serrées, lâches ou très étirées
- 24 SF Spires basales de la fovéole fibreuses, peu fibreuses ou glabres
- 25 CP Pétales violet, rouge ou blanc
- 26 TP Pétales 5-maculés, bimaculés ou concolores
- 27 PO Pétales en ovale large, moyen ou étroit
- 28 BS Bractées soudées en deux lames, plus ou moins soudées ou libres

C. Caractères en quatre ou six classes

29 TB Taille des bractées (4 classes)

30 SI Deux sillons infrafovéolaires, un seul sillon, un pli ou rien (4 classes)

31 FF Forme des feuilles : feuille simple lobulée (1), pennatiséquée (2) ou lobée (3), feuille composée à folioles partitès (4), pennés (5) ou bipennés (6) (6 classes)

Nota : dans l'étude de 1971 cette variable était scindée en deux caractères qui s'excluaient mutuellement ; on a préféré ce codage qui limite le nombre des colonnes du tableau analysé.

32 TL Taille du limbe foliaire (4 classes)

33 CO Cotylédons 5 à 7-séqués, plurilobés, trilobés ou entiers (4 classes)

D. Caractères quantitatifs

34 LR Longueur du rostre du fruit

35 IM Longueur du méricarpe

36 NS Nombre de spires de l'arête du méricarpe

37 LS Longueur des sépales

38 LP Longueur des pétales

Liste alphabétique des abréviations des caractères

AB	2	FL	17	LS	37	SF	24
AP	1	FO	22	NF	19	SH	7
BS	28	FP	6	NS	36	SI	30
CO	33	FS	3	PC	13	SM	15
CP	25	GP	4	PD	11	SO	16
EC	10	GS	5	PO	27	SS	23
EH	9	LF	20	PV	12	TB	29
FC	14	IM	35	SA	18	TL	32
FF	31	LP	38	SC	8	TP	26
FG	21	LR	34				

BIBLIOGRAPHIE

- BENZECRI J.-P. Choix des unités et des poids dans un tableau de données hétérogènes (Pondérations). Fascicule photocopié, Labo. de Stétistique, Univ. Paris VI (P. & M. Curie), Paris 1972.
- BRUNERVE L., GORENFLOT R. et ROUX M. Application de l'analyse factorielle des correspondances au traitement numérique de populations de *Senecio helenitis* (L.) Cuf. Rev. Gén. Bot., 76, pp. 217-256, 1969.
- BRUNERVE L., GORENFLOT R. et ROUX M. Nouvelle application de l'analyse factorielle des correspondances au *Senecio helenitis* (L.) Cuf. : place du ssp *salisburgensis* Cuf. au sein de l'espèce. Rev. Gén. Bot., 78, pp. 113-130, 1971.
- GUITTONNEAU G.-G., ROUX M. et UZAN J. Essai d'application de l'analyse factorielle des correspondances à la subdivision du genre *Erodium* L'Hér. Bull. Soc. Bot. Fr., 118, pp. 719-732, 1971.
- HAMROUNI A. Typologie des exploitations agricoles. Thèse de 3^e cycle, Labo. de Statistique, Univ. Paris VI (P. & M. Curie), Paris 1972.
- HAMROUNI A. Programme de pondération de données hétérogènes. Labo. de Statistique, Univ. Paris VI (P. & M. Curie), Paris 1972.
- LEFEVRE C., GORENFLOT R. et ROUX M. Traitement numérique de populations d'*Armeria maritima* (Mill.) Willd. d'Europe occidentale et centrale. Rev. Gén. Bot., 79, pp. 341-356, 1972.
- LENCO M., HAMROUNI A. et coll. Etablissement d'une typologie objective des exploitations agricoles françaises. Publications du ministère de l'agriculture. Service central des enquêtes et études statistiques, 78, rue de Varenne, 75007 Paris, 1973.
- BLAISE S., BRIANE J. P. et LEBEAUX M.O. Le genre *Myosotis*, exemples d'application des méthodes numériques en taxinomie végétale. in l'Analyse des données, tome 1 : la Taxinomie par BENZECRI J.-P. et coll., pp. 326-359, DUNOD, PARIS 1973.
- GUITTONNEAU G.-G. Contribution à l'étude biosystématique du genre *Erodium* L'Hér. dans le bassin méditerranéen occidental. Boissiera, 20, pp. 1-154, 1972.
- ROUX C. & ROUX M. notice du programme STEAK pour rendre homogène un tableau de données quelconques. Polycop. Labo. de Stat. de l'université PARIS VI (P. & M. Curie), 1975.

Données *Erodium*

01A	101	000	010	111	111	110	110	012	222	031	300	88	80	5	100	200
02A	111	001	010	111	111	010	011	011	222	021	300	85	91	7	120	180
03A	101	000	010	111	111	110	010	000	101	030	300	68	55	5	68	75
05A	101	000	010	111	111	110	110	010	102	032	200	82	71	8	58	93
06A	101	000	010	111	111	110	110	010	102	032	200	55	60	6	65	78
07A	101	000	010	111	111	110	110	010	102	031	200	48	67	6	60	120
08A	010	000	101	000	100	110	020	111	000	020	300	8	28	2	18	48
09A	010	000	111	000	100	210	010	111	101	020	300	12	32	3	30	60
10A	010	010	010	001	001	102	011	121	002	000	300	8	32	3	35	70
11A	010	100	001	001	101	110	011	121	002	020	300	14	45	4	51	82
12A	010	000	001	000	100	110	102	022	101	100	303	17	52	5	3-	48
13A	010	000	001	000	100	210	010	111	101	001	300	18	38	4	40	40
14A	010	000	111	000	100	220	100	000	101	001	300	34	45	10	45	58
14B	010	000	111	000	100	110	000	000	101	001	200	32	38	10	40	56
15A	010	000	000	000	100	110	010	000	101	101	200	41	52	12	40	56
15B	010	000	001	000	100	210	010	000	101	201	200	38	52	11	38	49
16A	010	000	001	000	100	110	110	000	100	201	200	46	50	16	52	83
16B	010	000	001	000	100	110	110	000	100	201	200	55	58	13	55	84
16C	010	000	001	000	100	110	110	000	100	201	200	63	53	15	54	81
17A	010	000	000	000	100	110	110	011	101	011	200	43	57	10	38	49
18A	010	000	000	000	100	210	110	011	101	02-	200	37	48	8	32	45
19B	010	000	000	000	100	210	010	011	101	020	200	35	45	9	35	49
20A	010	010	101	000	100	110	120	122	101	022	300	25	46	7	38	49
20B	010	010	101	000	100	110	120	122	101	021	300	19	41	5	35	49
20C	010	010	101	000	100	110	020	122	101	020	300	16	37	5	30	36
21A	010	010	101	000	100	110	110	022	001	021	302	28	62	6	39	51
22A	010	000	000	000	100	110	020	022	201	022	200	88	122	6	140	140
23A	010	001	001	000	100	110	022	021	200	021	210	68	76	11	52	78
23B	010	001	001	000	100	110	022	021	200	021	210	71	81	12	54	81
24A	010	000	001	000	100	100	021	021	101	031	220	104	91	12	65	78
24B	010	000	001	000	100	100	020	021	101	031	220	82	85	10	60	72
25A	010	000	111	001	101	110	110	021	111	222	300	68	108	9	72	137
26A	010	000	001	001	101	210	210	011	111	202	300	54	62	15	60	114
27A	010	000	001	001	101	210	210	000	111	202	200	70	60	14	65	117
29A	010	000	001	001	101	110	110	001	111	101	301	45	48	12	50	97
30A	010	000	000	101	101	110	100	000	101	001	200	60	48	11	57	110
31A	010	010	101	001	101	220	110	022	011	001	301	26	65	6	62	105
32A	010	001	101	001	001	111	110	022	122	001	302	55	95	8	100	130
33A	010	010	101	001	001	111	110	022	112	001	201	35	68	6	55	88
35A	010	010	111	001	001	111	110	022	112	001	301	23	53	5	60	108
37A	010	010	111	001	001	011	110	022	011	021	302	27	58	6	62	105
38A	010	100	010	100	100	110	112	022	200	003	100	70	106	9	72	78
38B	010	100	010	100	100	110	112	022	200	003	100	76	98	6	70	77
38C	010	100	010	100	100	110	112	022	200	002	100	60	90	7	60	60
39A	010	100	111	001	101	010	201	022	101	003	101	44	110	5	65	137
40A	010	100	000	001	001	011	122	122	011	002	111	38	82	5	70	133
41A	010	100	000	001	001	111	011	122	012	001	112	28	68	5	61	110
41B	010	100	000	001	001	011	011	122	012	001	113	23	65	5	62	88
42A	010	100	001	001	001	011	111	022	111	001	101	27	75	6	65	91
43A	010	100	000	001	001	112	012	022	002	001	100	20	65	4	61	92
44A	010	100	001	001	001	112	011	021	001	001	101	24	58	3	62	88
45A	010	100	000	001	001	112	012	122	012	000	112	20	61	5	65	59
46A	010	100	000	001	001	112	022	222	002	000	100	28	85	4	60	102
47A	010	100	001	001	001	112	220	222	102	002	111	40	91	7	75	150
48A	010	000	001	000	100	100	001	021	000	000	510	20	48	5	28	34
48B	010	000	001	000	100	100	000	022	000	000	510	24	55	5	32	38
49A	010	000	001	000	100	110	110	011	001	101	400	33	68	10	35	60
50A	010	000	001	000	100	100	110	021	000	101	410	27	44	8	31	37
51A	010	000	001	000	100	000	110	021	000	101	510	29	47	9	40	52
52A	010	000	001	000	100	100	000	011	000	101	510	51	62	15	35	56
52B	010	000	001	000	100	100	000	011	100	101	510	34	48	9	38	65
53A	010	010	101	000	100	200	120	021	000	123	430	32	51	8	40	48
54A	010	010	111	000	100	200	120	022	120	223	530	40	52	8	35	70
55A	010	010	111	000	100	200	120	021	110	223	610	46	62	9	42	118
56A	010	000	001	000	100	100	110	020	111	122	410	33	57	11	30	63
57A	010	000	001	000	100	100	110	020	010	022	410	34	51	8	40	72
58A	010	000	000	000	100	100	110	121	101	023	410	52	60	12	45	68
59A	010	000	001	000	100	100	110	020	000	021	410	34	60	9	32	61
60A	010	000	001	000	100	100	010	021	101	121	410	24	58	7	40	48
61A	010	000	101	000	100	200	110	021	100	122	630	36	58	13	51	61
62A	010	000	001	000	100	100	010	021	101	121	510	33	59	9	37	48
64A	010	000	001	000	000	000	110	021	102	022	410	37	58	8	45	68
65A	010	000	101	001	000	000	110	021	101	023	510	32	62	6	62	93
66A	010	010	111	100	000	000	220	021	110	123	511	26	58	9	40	72
67A	010	010	101	001	001	001	220	022	121	223	411	52	70	11	78	140
68A	010	000	001	000	000	200	111	022	111	003	413	24	52	8	40	100
69A	010	001	001	101	001	101	112	022	111	102	421	34	75	5	60	120
70A	010	000	111	101	001	101	110	122	122	102	412	42	100	6	70	119
71A	010	000	001	001	001	001	210	022	212	213	411	45	105	5	110	209
73A	010	100	001	001	001	101	010	022	012	001	412	28	68	6	40	68
74A	010	100	001	001	001	101	120	100	111	002	412	32	71	7	62	93
75A	010	100	001	001	001	101	121	122	012	002	412	40	82	6	70	98