La taxonomie numérique. Application aux agrumes.

R. COTTIN*

NUMERICAL TAXONOMY.
APPLICATIONS TO CITRUS.
R. COTTIN.
Fruits, Dec. 1988, vol. 43, n° 12, p. 721-733.

ABSTRACT - When the procedure for selecting the characters observed and the calculation method had been determined, the validity of studying Citrus systematics by numerical taxonomy was tested on samples containing individuals of different species and then different genera.

LA TAXONOMIE NUMERIQUE.
APPLICATION AUX AGRUMES.
R. COTTIN.
Fruits, Déc. 1988, vol. 43, n° 12, p. 721-733.

RESUME - Les modalités de sélection des caractères observés et la méthode de calcul utilisée étant définies la validité d'une approche de la systématique des agrumes par la taxonomie numérique a été testée sur des échantillons comportant des individus de différentes espèces, puis de différents genres.

La taxonomie numérique, ou taxinomie (2), est un outil statistique qui peut aider le chercheur à déterminer une structure, une hiérarchie dans un ensemble d'individus, à la fois sans a priori et sans pertes d'informations. Ces méthodes de calcul permettent non seulement de mettre au point des clefs de détermination botanique, mais sont aussi des outils incomparables pour l'étude des hybrides et des liaisons génétiques.

Aux Etats-Unis, SNEATH et SOKAL ont exposé les «Principes de la Taxonomie Numérique» (8) qui sont à la base de l'introduction des méthodes quantitatives dans l'étude des classifications. Ces grands principes, vieux d'une trentaine d'années,se sont longtemps heurtés aux problèmes de calcul que seul le développement de l'informatique a permis de surmonter.

DEFINITION DE CARACTERES TAXONOMIQUES

Les auteurs anglo-saxons définissent l'élément faisant l'objet d'une observation comme une OTU (Operational Taxonomic Unit). La recherche d'une structure au sein d'un ensemble d'OTU plus ou moins complexe est effectuée par un recueil de données multivariables suivi d'une synthèse de l'information par un calcul de distances, c'est-à-dire de dissemblances, entre les OTU observées.

* - IRFA/CIRAD - B.P. 153 - 97202 FORT DE FRANCE CEDEX

Type de caractères.

Un algorithme de classification ne peut s'appliquer qu'à un ensemble d'OTU décrites suivant un code numérique. Ces unités sont caractérisées par des groupes de variables définies au préalable. Ces variables sont de diverses origines :

- *morphologiques* : il s'agit de l'ensemble des caractères externes et/ou internes d'un individu. Ce sont ceux généralement retenus dans les systèmes de taxonomie «classique».

- *physiologiques et biochimiques* : les progrès dans la connaissance de la structure de la cellule permettent l'utilisation de marqueurs génétiques et de cartes protéiques, pour ne citer que ces deux cas, dans l'estimation de la distance inter-individus.

- *écologiques*: cette classe de variables peut comprendre divers paramètres climatiques, sociologiques ou relationnels.

Les variables sont constituées de trois grands types de caractères :

- *quantitatif* qui peut être divisé en deux groupes :
  - discret, c'est-à-dire prenant un ensemble de valeurs non continues. Le nombre de pépins d'un fruit est un exemple de variable quantitative discrète.

- continu, le poids d'un individu est le type même de variable quantitative continue.

- *binaire*, il relève de l'observation de la présence/absence d'un caractère. C'est un caractère qualitatif à deux modalités.

- *qualitatif à plusieurs modalités*, tout critère qualitatif non binaire peut être classé dans ce type de caractères.

Choix des caractères.

Le choix rigoureux des caractères à observer est capital dans l'utilisation de la taxonomie numérique. Il y a certains types de caractères dont la nature même empêche l'utilisation dans ce type d'analyse.

● Les caractères invariants.

L'ajout de ce type de caractères dans l'étude n'apporte pas un surplus d'information. Les caractères invariants sont donc non discriminants entre les individus observés.

● Les caractères sans signification.

L'étude de caractères qui ne sont pas le reflet de la nature propre de l'organisme étudié n'est pas souhaitable. On peut inclure dans ce type de caractères tous ceux fortement influencés par le milieu extérieur.

● Les caractères liés.

L'analyse ne doit pas prendre en compte des caractères entraînant une redondance de l'information sous peine de fausser l'équipondération des variables. La couleur orangée de l'écorce de la mandarine est reliée à la présence de carotènes : il est inutile d'inclure à la fois la couleur de l'écorce et la présence de ce pigment dans l'analyse statistique.

ESTIMATION DE LA RESSEMBLANCE TAXONOMIQUE

Comme les caractères issus de ces variables sont de nature très diverse, il est difficile de les coder de façon homogène, ce qui est pourtant exigé par le principe même de cette technique de classification (5). Alors que le calcul de la distance entre deux OTU ne pose pas de problème en étudiant des caractères appartenant aux deux premiers types, l'utilisation de variables qualitatives demande un certain nombre de précautions.

L'observation de la couleur de l'écorce des agrumes permet de créer 9 modalités variant du vert foncé au rouge. Un codage numérique approprié ne peut être effectué que sur des modalités ordonnées subjectivement : 1 peut être assigné à la couleur vert foncé, 9 au rouge; il semble logique d'assigner la valeur 2 à la couleur verte, 3 au vert-clair, etc. La différence, égale à 1 unité, observable entre des fruits vert foncé et verts est identique à celles observable entre des fruits présentant une écorce verte et vert clair.

Standardisation des caractères.

De par la nature même des observations, il est difficile de calculer une distance entre deux OTU en observant la présence ou l'absence d'épines (0 ou 1), le poids moyen d'un fruit (25 à 1300 g) ou la couleur de l'écorce (codée de 1 à 9). La standardisation passe alors par la transformation de tous ces caractères (x) en variables centrées réduites (X) :

$$X = (x-\mu)/\sigma$$

μ étant la moyenne de x.
σ étant l'écart type de x.

On obtient ainsi une matrice des données centrées-réduites servant de base aux calculs de distances inter-OTU.

Distance phénotypique.

La distance euclidienne entre deux individus dans un espace à deux ou trois dimensions peut être généralisée dans un espace multi-dimensionnel. La formule pour une telle distance δjk entre deux OTU (j et k caractérisées par n caractères), est :

$$\delta jk = [\sum_{i=1}^{n} (X_{ij}-X_{ik})^2]^{1/2}$$

Xij est la valeur centrée-réduite du ième caractère de l'OTU j.

Il est évident que cette distance δjk augmente avec le nombre de caractères observés. Une des standardisations possibles consiste à diviser la distance obtenue par une valeur d_{max} dépendant elle aussi de n. Les caractères étant sous la forme centrée-réduite, c'est-à-dire de moyenne égale à 0 et de variance égale à 1, 90 p. 100 des OTU se trouvent dans l'intervalle [-2,2]. On peut imaginer deux OTU telles que l'une ait les n caractères égaux à -2 et l'autre ayant tous ces caractères égaux à 2. On obtient dans ces conditions une distance maximale (d_{max}) observable dans cet espace à n dimensions.

$$d_{max} = [\sum_{i=1}^{n} ((-2)-(2))^2]^{1/2}$$

c'est-à-dire :

$$d_{max} = 4.[n]^{1/2}$$

La distance standardisée entre deux OTU j et k devient

$$d_{jk} = \delta jk/d_{max} = \delta jk/(4.\sqrt{n})$$

avec djk variant de 0 a 1 pour 90 p. 100 des OTU. Les 10 p. 100 restants sont constitués d'OTU dont les caractéristiques sont trop extrêmes pour avoir une forte probabilité de les rencontrer. La valeur djk, multipliée par 100, peut être assimilée à un pourcentage de dissemblance, son complément, rjk égal à 1 - djk, est alors un coefficient d'identité.

On obtient de cette façon une matrice des distances

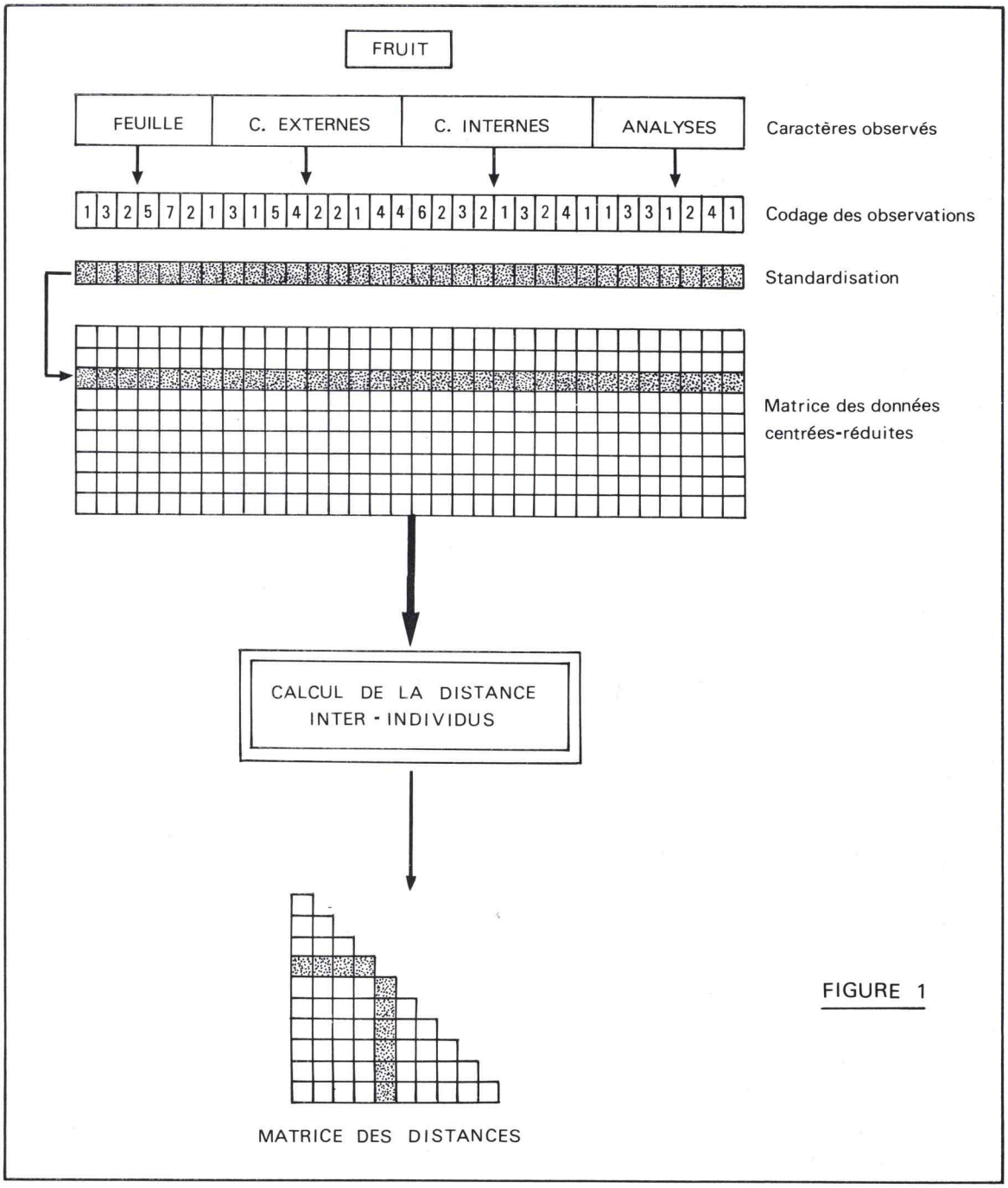


FIGURE 1

inter-individus dont la diagonale est égale à 0, ($d_{ii} = 0$) par définition, et qui est symétrique par rapport à celle-ci ($d_{ij} = d_{ji}$ quels que soient i et j).

La figure 1 résume les différentes étapes aboutissant à la création de cette matrice de distances.

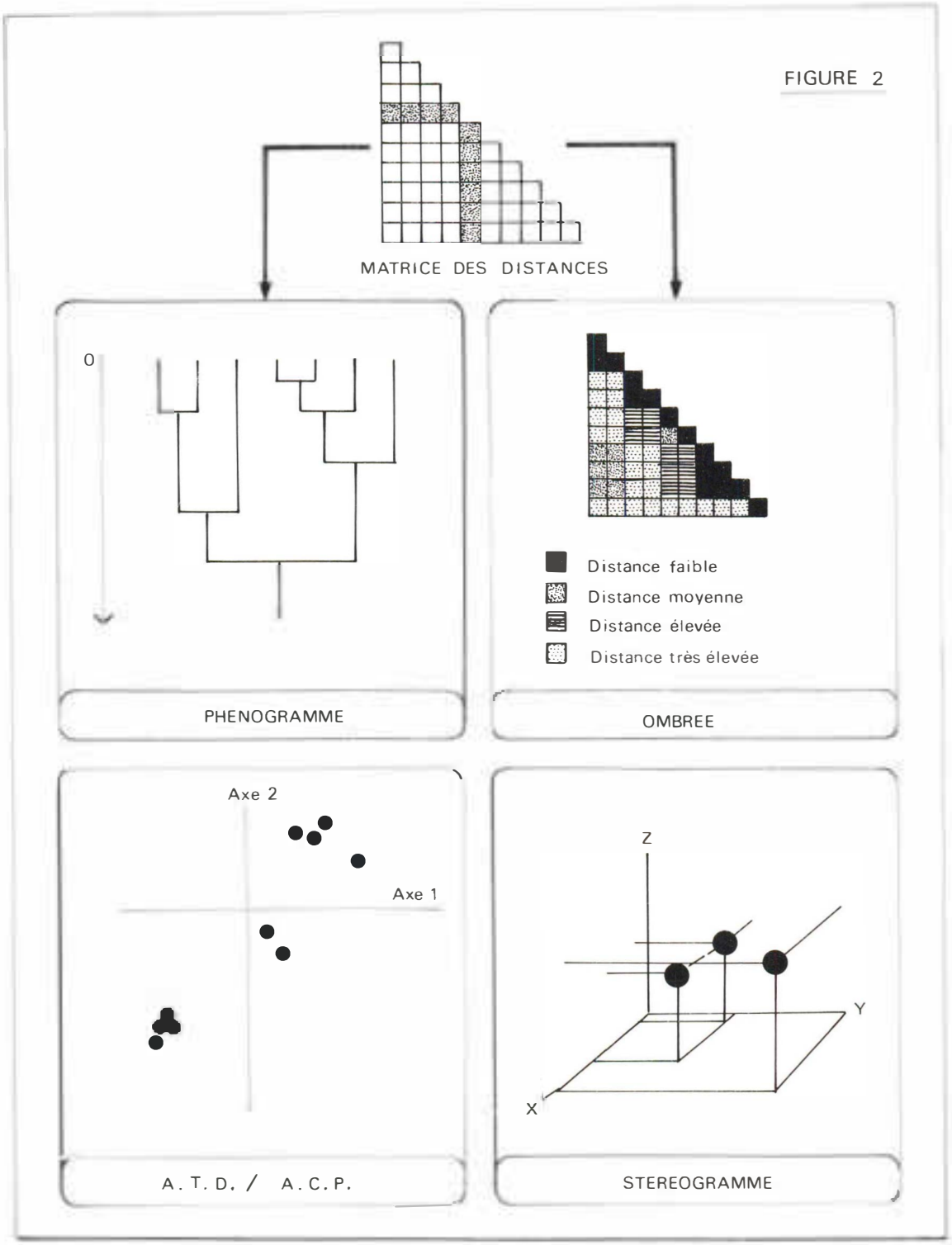
REPRESENTATION DES OTU

L'interprétation d'une matrice de distances n'est pas aisée, aussi plusieurs types de représentation de cette information ont été mis au point afin de disposer d'une vue synthétique de l'ensemble de l'information (figure 2).

La matrice ombrée.

C'est la transformation la plus simple. Il suffit d'associer une densité de couleur aux différentes classes de distances. Une couleur foncée est attribuée aux distances faibles et met en évidence la grande similitude entre les OTU.

Cette visualisation permet de discerner les grandes classes d'OTU et leurs interactions, mais reste d'interprétation délicate, car elle ne permet pas une analyse précise de la matrice de distances.



Ségrégation et phénogramme.

Les méthodes de ségrégation sont nombreuses. L'utilisation de la méthode basée sur la classification ascendante hiérarchique en utilisant la moyenne comme critère d'agrégation est une des méthodes applicables à l'analyse d'une matrice de distances.

Cette méthode est basée sur la recherche de la plus petite distance inter-OTU dans la matrice. Une fois que le couple d'OTU répondant à cette condition est identifié, il est remplacé par son centre de gravité, calculé en faisant la moyenne de tous ces caractères pris deux à deux. L'ensemble de la matrice de distances est alors recalculé pour tenir compte de l'introduction de cette nouvelle OTU. Le processus recommence alors jusqu'à la création d'une OTU regroupant l'ensemble des OTU.

La totalité de ce processus peut être visualisée sur un phénogramme reproduisant les différentes étapes d'agrégation.

Analyse factorielle sur un tableau de distances.

Le but de l'analyse factorielle effectuée sur un tableau de distances est de représenter les OTU dans un système d'axes, de telle façon que les distances inter-OTU soient le mieux conservées possible (3).

On obtient d'une part un ensemble de k composantes principales, qui sont une représentation euclidienne du tableau de distances et d'autre part un ensemble de coordonnées des individus dans cet espace qui permet de tracer des représentations planes ou mieux des représentations en trois dimensions ou stéréogrammes. Ce type de représentation a l'avantage de mettre en évidence des relations inter-OTU qui peuvent être masquées dans un système bi-dimensionnel.

APPLICATION AUX AGRUMES

Dans le cas des agrumes, une OTU est définie comme un ensemble de variables caractérisant un arbre donné. Ces variables sont relatives au feuillage, aux caractères externes et internes des fruits portés par l'arbre observé, aux caractéristiques physico-chimiques du jus de ces fruits et aux caractéristiques des pépins présents éventuellement dans ces fruits.

Une soixantaine de variables sont donc observées pour chaque OTU, certaines étant transformées en données allométriques, afin de limiter les variations dues à l'âge de l'individu ou à l'influence des conditions extérieures. Le rapport Diamètre/Hauteur des fruits est une des variables calculée introduite dans l'analyse.

Etude intra-spécifique.

Dans un premier temps, la validité d'une approche de la systématique des agrumes par la taxonomie numérique a été testée sur les relations d'OTU regroupées au sein d'une seule espèce selon SWINGLE : les *Citrus aurantifolia* (CHR.) SW. qui regroupent entre autres les *Citrus latifolia* (TAN.) et *Citrus limettoïdes* (TAN.) selon TANAKA.

Un échantillon de 31 OTU, comprenant 2 limes douces (LDC), 16 limes mexicaines (LMX), 9 limes de Tahiti (LMT), 2 limes verruqueuses (LVR), 1 lime «espagnole» ! (LME) et 1 lime non identifiée (???), a été observé dans diverses régions de la Martinique entre le mois d'octobre et le mois de décembre 1986.

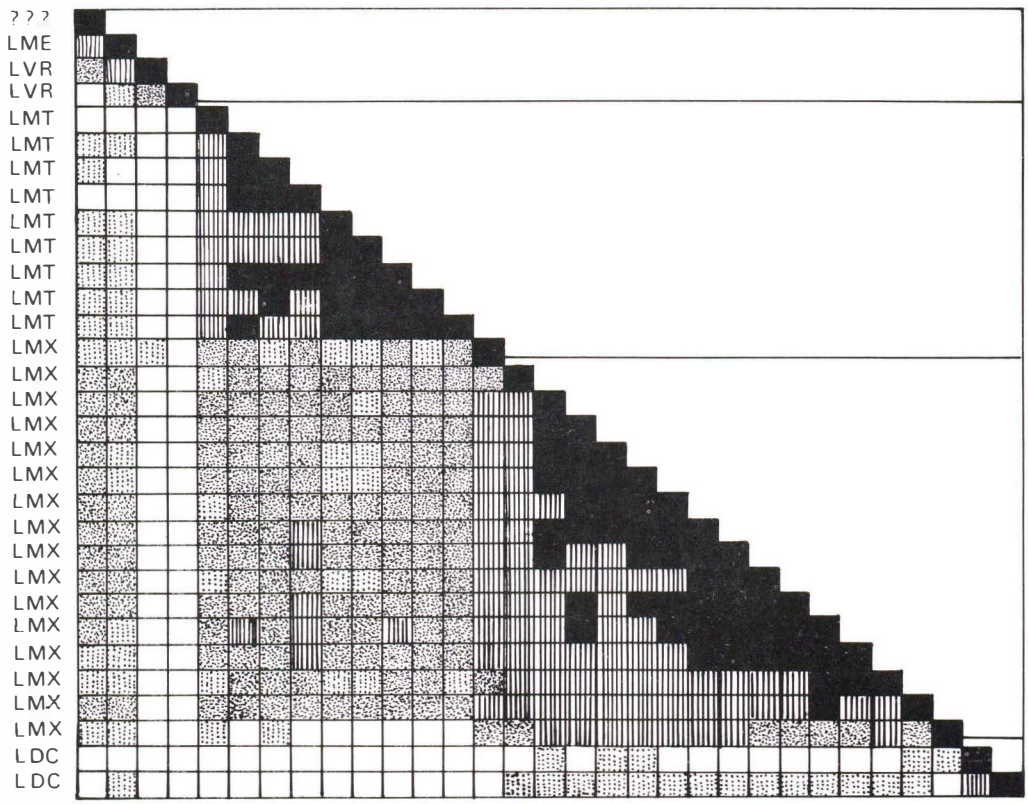
En tenant compte des principes relatifs aux choix des variables exposés ci-dessus, 49 variables ont été retenues pour caractériser ces OTU et ont servi à l'édition de la matrice de distances inter-OTU.

A l'observation de cette matrice ombrée, il apparaît que les groupes constitués de *C. latifolia*, *C. aurantifolia* et *C. limettoïdes* sont bien individualisés par l'analyse. Curieusement, les limes douces semblent relativement présenter plus de ressemblances avec les limes mexicaines qu'avec les limes de Tahiti.

La «lime espagnole» et la lime inconnue semblent être de proches parentes de la lime mexicaine comme l'indique le hachurage foncé des deux premières colonnes au niveau des lignes relatives à *C. aurantifolia* (LMX).

On constate une certaine hétérogénéité à l'intérieur

MATRICE DE DISTANCE OMBREE DES 31 OTU.



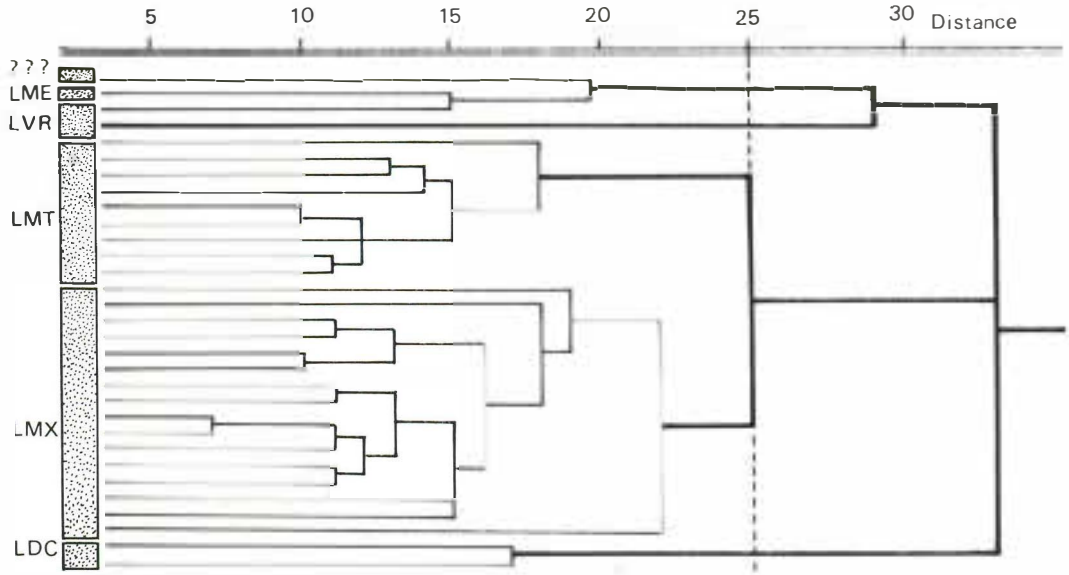


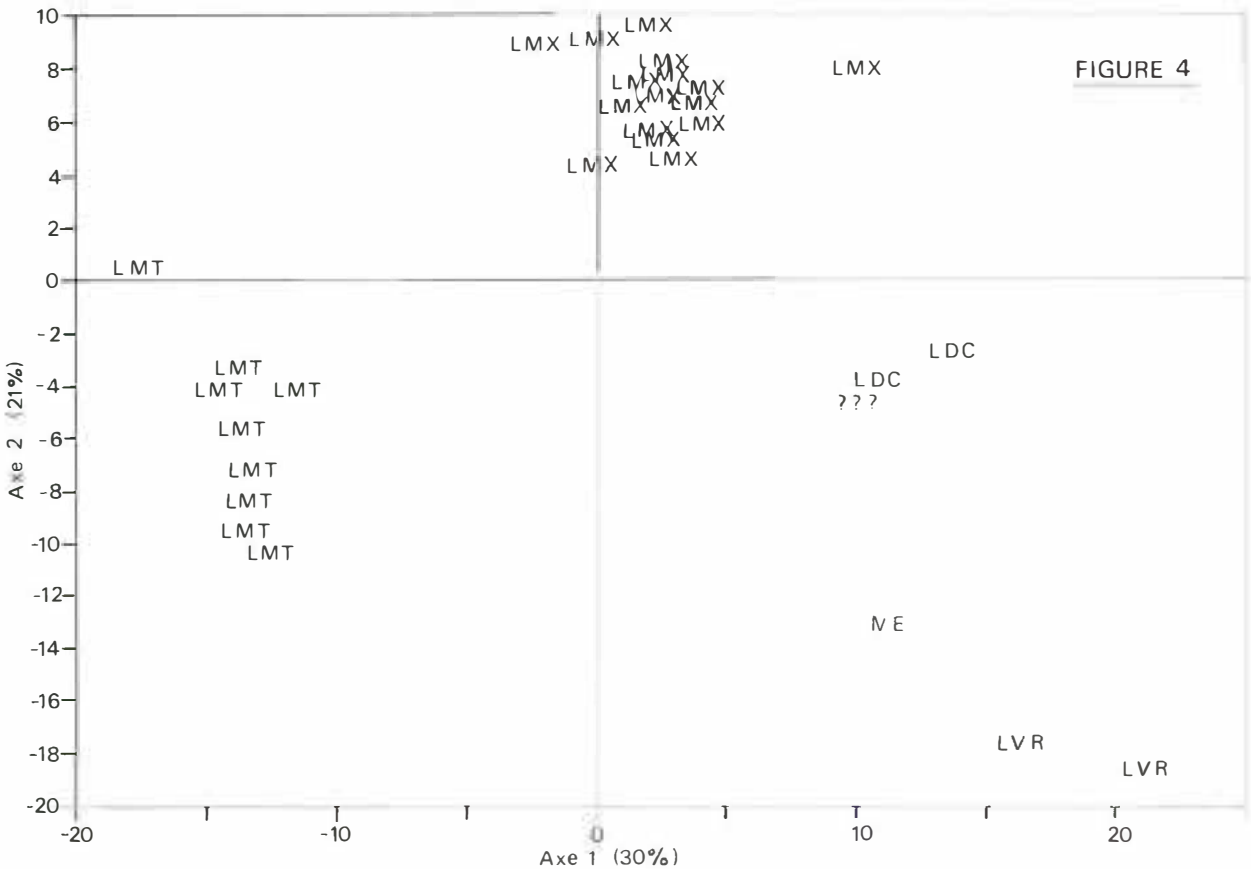
FIGURE 3 • Relations intra-spécifiques.

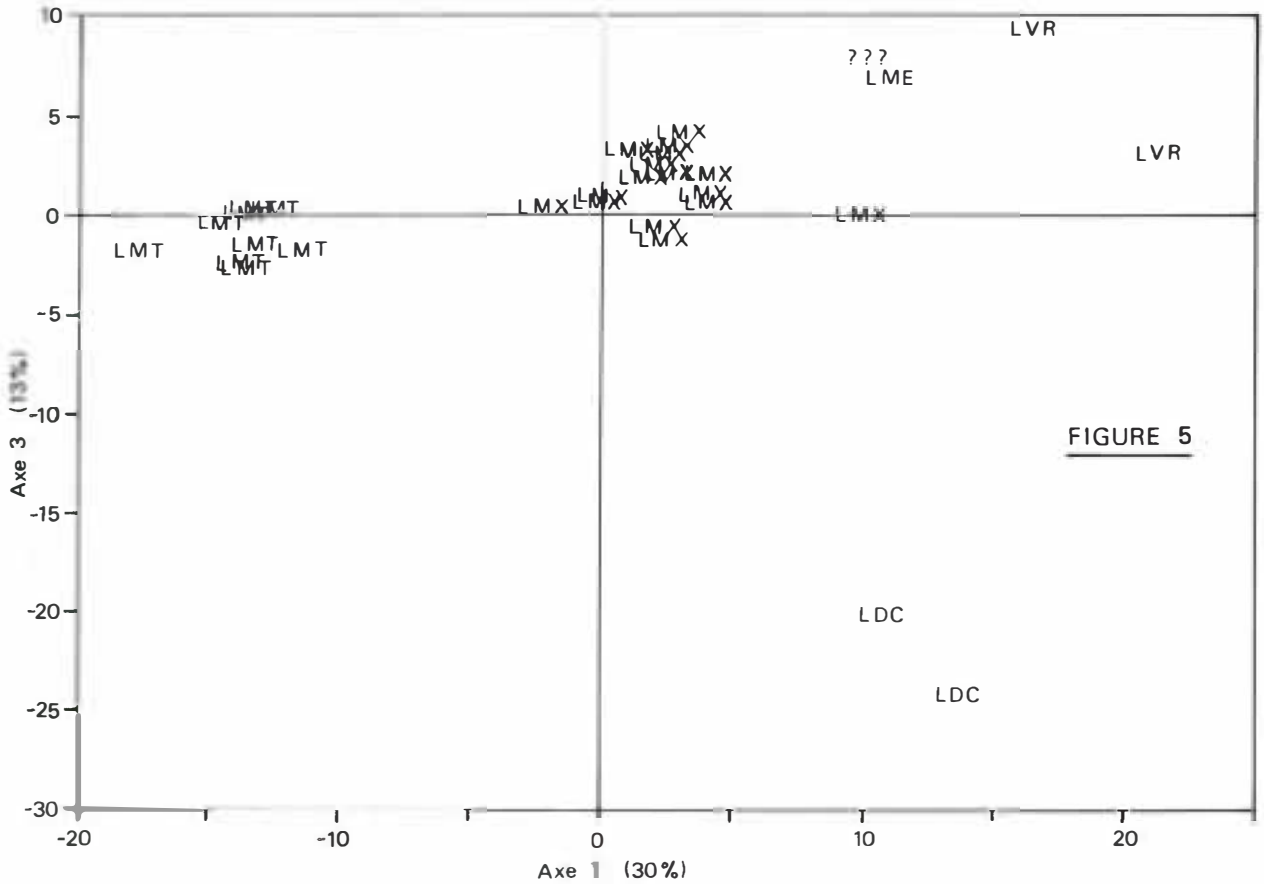
même de chaque groupe et des relations différentes entre les individus de deux groupes ; elles se traduisent par des différences d'ombrage dans les zones de la matrice relatives aux distances inter-groupes.

L'étude du phénogramme découlant de cette matrice (figure 3) permet de préciser ces interactions de façon beaucoup plus précise.

Si l'on segmente le dendrogramme résultant au niveau correspondant à une distance inter-OTU de 25, on retrouve très clairement les espèces de limes selon TANAKA, alors qu'une ségrégation au niveau d'une distance supérieure à 30 est nécessaire pour n'observer plus qu'un seul groupe. Les différences de relations inter-individus de groupes différents sont moins visibles, bien qu'intégrées dans le graphique, que dans le cas de la matrice ombrée.

Une analyse en composantes principales réalisée sur ces 31 OTU, permet d'expliquer 64 p. 100 de la variation totale





en observant les trois premiers axes :

	Pourcentage exp	cum
Axe 1	30	30
Axe 2	21	51
Axe 3	13	64

Si les groupes des limes mexicaines et de Tahiti sont bien individualisés dans le plan 1-2 (figure 4), il semblerait que les deux limes douces (LDC) soient très proches de la lime inconnue (???).

L'observation du plan 1-3 (figure 5) permet de visualiser la grande distance existant entre les limes douces et les autres fruits, distance que l'on pouvait déduire de l'observation du phénogramme ou de la matrice de distance.

L'observation d'un stéréogramme permet de pallier ce type de problème d'interprétation lié à l'observation d'un plan.

Sur l'ensemble des types de représentations, une lime mexicaine se singularise du groupe LMX. L'observation de sa fiche descriptive met en évidence son principal caractère la différenciant de ces voisines : l'absence d'épines. Ce caractère principal, très évident, s'accompagne de légères modifications des autres caractères, moins visibles, que l'analyse a pris en compte.

Etude inter-spécifique.

La même analyse a été utilisée pour tenter de mettre en évidence une structure taxonomique entre plusieurs espèces d'agrumes collectées en divers points de la Martinique. 80 OTU ont été observées de la même manière que pour l'étude intra-spécifique (tableau 1).

Un kumquat Nagami a été introduit dans l'analyse pour observer l'influence d'un individu d'un même groupe taxonomique, les agrumes vrais, mais d'un genre différent (Fortunella) parmi plusieurs individus d'espèces différentes du genre Citrus.

Vu le nombre d'OTU observé, la matrice de distances, comprenant 3200 valeurs, est difficilement exploitable manuellement.

Le phénogramme, bien que touffu, permet de distinguer (figure 6) les différentes espèces en segmentant l'arborescence aux environs d'une distance inter-individus de 25. La présence de nombreuses espèces représentées par une OTU unique introduit une certaine hétérogénéité au niveau du phénogramme.

Les oranges amères (OAM) et les oranges sures (OSR) ressortent côte à côte et confirment ainsi leur identité génétique. L'observation de leur description phénotypique respective montre que la principale différence entre les deux espèces se trouve au niveau de la quantité de sucres solubles dans le jus qui est plus élevée dans le cas des oranges sures.

Les fruits acides, limes (LSE, LMX, LMT) et citrons

Tableau 1

Nom commun	Nom scientifique	Nb	Abr
----------	*C. macrophylla* WEST.	5	CMP
C. de Volkamer	*C. volkameriana* (PASQ.) TAN.	1	CVK
Citron Moy	*C. pennivesiculata*	1	CMO
Citron verruqueux	*C. jambhiri* LUSH.	2	RLM
Citron	*C. limon* (L.) BURM. F.	3	CTN
Inconnu	??????	1	???
Kumquat Nagami	*F. japonica*	1	KNG
Lime de Tahiti	*C. latifolia* TAN.	1	LMT
Lime mexicaine	*C. aurantifolia* (CHR.) SW.	13	LMX
Lime sans épine	?????	1	LSE
Mandarine Cléopâtre	*C. Reshni* HORT. ex. TAN.	1	MDC
Mandarine King	*C. nobilis* LOUR.	1	MDK
Mandarine Macaque	?????	9	MDM
Mandarine sp.	*C. reticulata* BLANC	9	MDR
Orange amère	*C. aurantium* L.	4	OAM
Orange douce	*C. sinensis* (L.) OSB.	12	ODC
Orange navel	*C. oblonga* HORT. ex. Y. TAN.	8	ONV
Orange sure	*C. aurantium* L. bittersweet	4	OSR
Pomelo jaune	*C. paradisi* MACF.	3	POJ

(CTN) se retrouvent proches voisins du fait de leurs caractéristiques pomologiques proches.

La mandarine Cléopâtre (MDC) se positionne entre le groupe des citrons-limes et celui des mandarines. Elle présente des caractéristiques intermédiaires tant au niveau pomologique que du point de vue des caractéristiques physico-chimiques du jus.

Le groupe des mandarines (MDR) qui n'a pas fait l'objet d'une détermination préalable est éclaté par cette analyse en 4 sous-groupes correspondant sans doute à des variétés différentes.

La mandarine King (MDK) se trouve entre un groupe d'oranges douces et un des sous-groupes des mandarines. Selon certains auteurs, la mandarine King serait un Tangor naturel, hybride de mandarine et d'orange.

Les autres espèces présentent des relations de voisinage beaucoup moins évidentes à relier à des liaisons génétiques.

L'analyse en composantes principales permet d'expliquer 46 p. 100 de la variation totale avec ses trois premiers axes :

	Pourcentage	
	exp	cum
Axe 1	19	19
Axe 2	14	33
Axe 3	13	46

La représentation plane sera donc moins fidèle à la réalité que dans le cas de l'ACP sur les limes.

L'observation du plan 1-2 (figure 7) permet de reconnaître les grandes divisions pressenties après l'analyse du phénogramme mais la variation inter-OTU d'une même espèce est trop grande pour pouvoir tracer de façon nette les limites entre ces groupes.

Le plan 1-3 (figure 8) ne permet pas d'améliorer la discrimination entre OTU bien que l'on retrouve les groupes visibles sur le plan 1-2.

Limites actuelles.

Les relations génétiques plus fines, basées sur les notions taxonomiques de sous-genre, sections et sous-sections ne sont pas mises en évidence dans ce type d'étude. Ce problème peut avoir plusieurs origines.

1) Toute l'analyse est basée sur des caractères phénotypiques. Deux OTU génétiquement différentes peuvent avoir grossièrement le même aspect. A l'inverse, des OTU appartenant à des sections taxonomiques voisines peuvent présenter suffisamment de différences externes pour que l'analyse les crédite d'une distance inter-OTU élevée. La prise en compte de caractères reflètant la ressemblance génétique réelle, telle que l'étude des cartes protéiques par exemple, devrait remédier à ce problème.

2) Toutes les variables doivent avoir le même poids dans l'analyse. La présence de variables dépendantes d'autres variables ne permet pas de respecter ce point. Par exemple, si un fruit n'a pas de pépins, cela entraîne que les huit autres variables dépendant de la structure, de l'aspect de ces pépins prennent, de la même façon, une valeur nulle. Le critère d'aspermie se trouve dans ce cas avoir un poids huit fois supérieur à celui d'un autre caractère. Pratiquement, on trouve dans l'analyse que les limes de Tahiti sont artificiellement plus proches des oranges navels aspermes que leur distance génétique ne le laissait supposer.

3) Le nombre de variables décrivant les OTU pourrait être plus élevé afin d'affiner l'analyse. Seules des contraintes liées aux capacités de calculs de l'ordinateur utilisé pour réaliser cette analyse limitent la quantité d'informa-

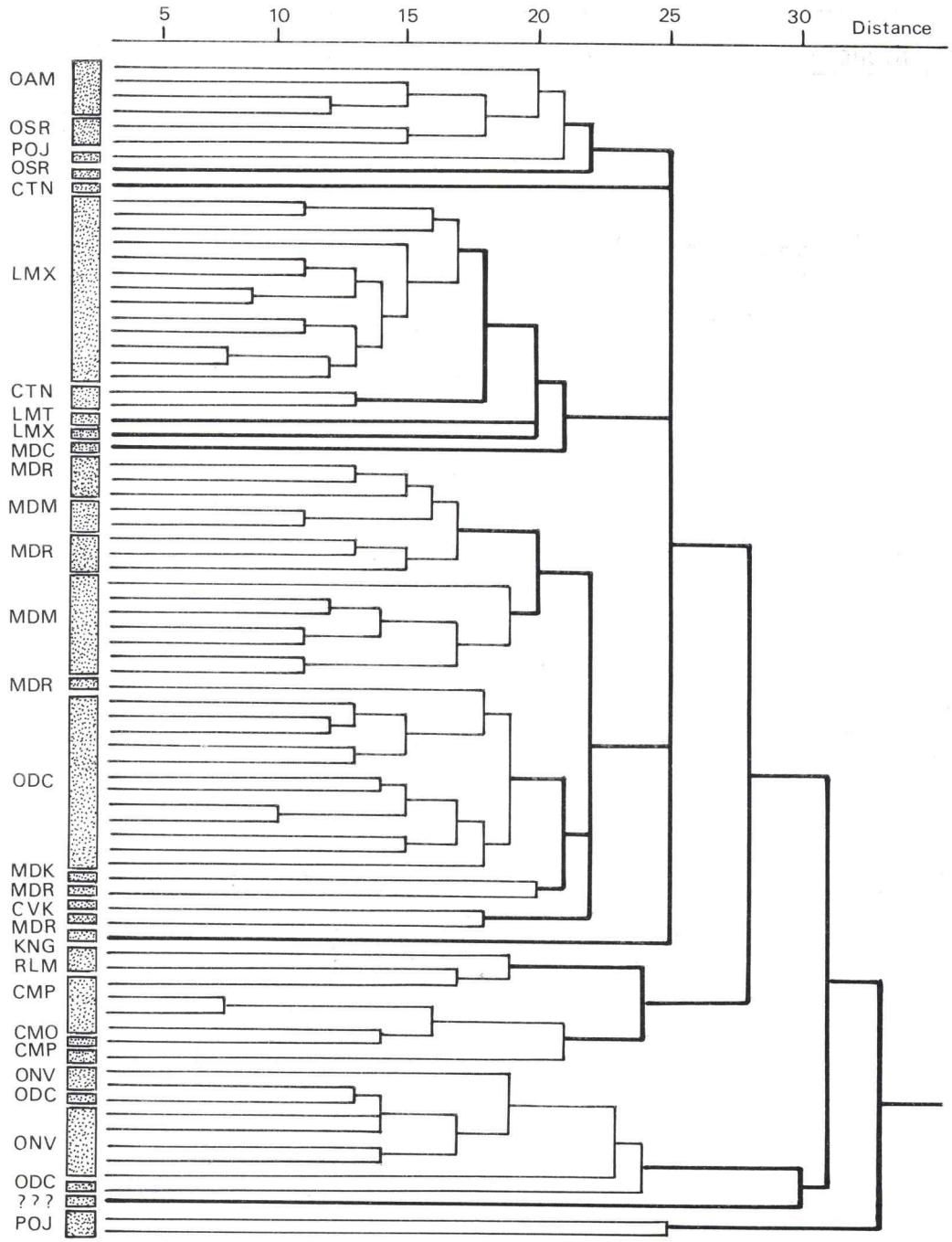


FIGURE 6 • Relations inter-spécifiques.

tions élémentaires prises en compte.

4) La variabilité due aux conditions extérieures est mal définie. La disposition relative dans un plan des diverses OTU est fonction de leur nombre, et de celui des variables. L'inclusion dans l'analyse d'individus génétiquement identifiés, tels que les arbres des parcs à bois, permettrait de standardiser l'espace d'observation en fournissant des points fixes.

Perspectives d'utilisation.

Cette méthode d'analyse de données peut être utilisée pour les agrumes dans deux buts :

- en génétique descriptive, pour identifier rapidement un individu donné par rapport à des arbres témoins. Son utilisation dans des prospections permet de faire un tri rapide et objectif sans pertes d'informations (1, 4, 6, 7).

- en génétique créative, pour identifier a posteriori les parents d'hybrides naturels présentant des caractéristiques intéressantes, ces parents servant alors de géniteurs pour de nouveaux croisements contrôlés (9).

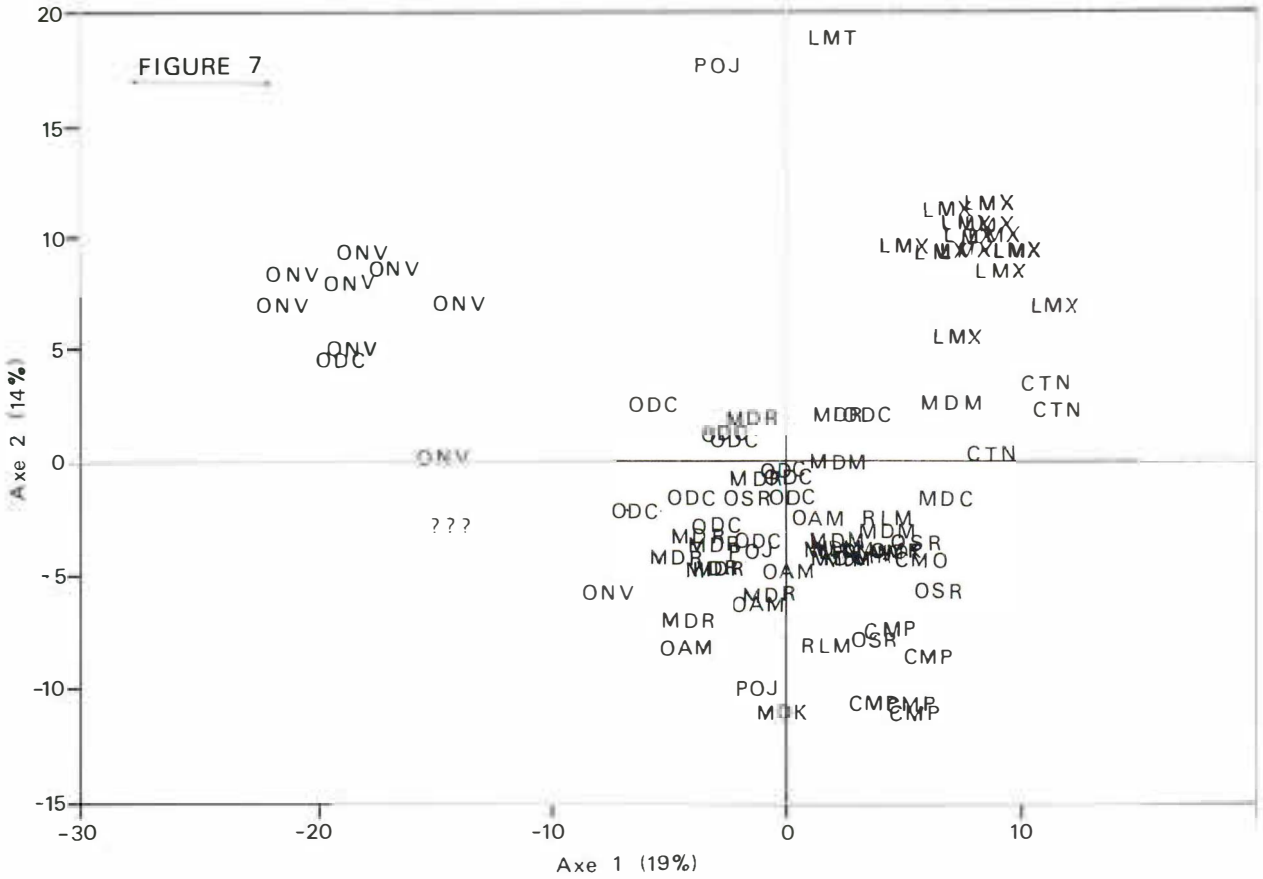


FIGURE 7
Axe 2 (14%)
Axe 1 (19%)
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-30
-20
-10
0
10
LMT
POJ
LMX
ONV
ODC
CTN
MDM
MDR
MDC
OAM
RLM
OSR
CMO
CMP
MDK
???

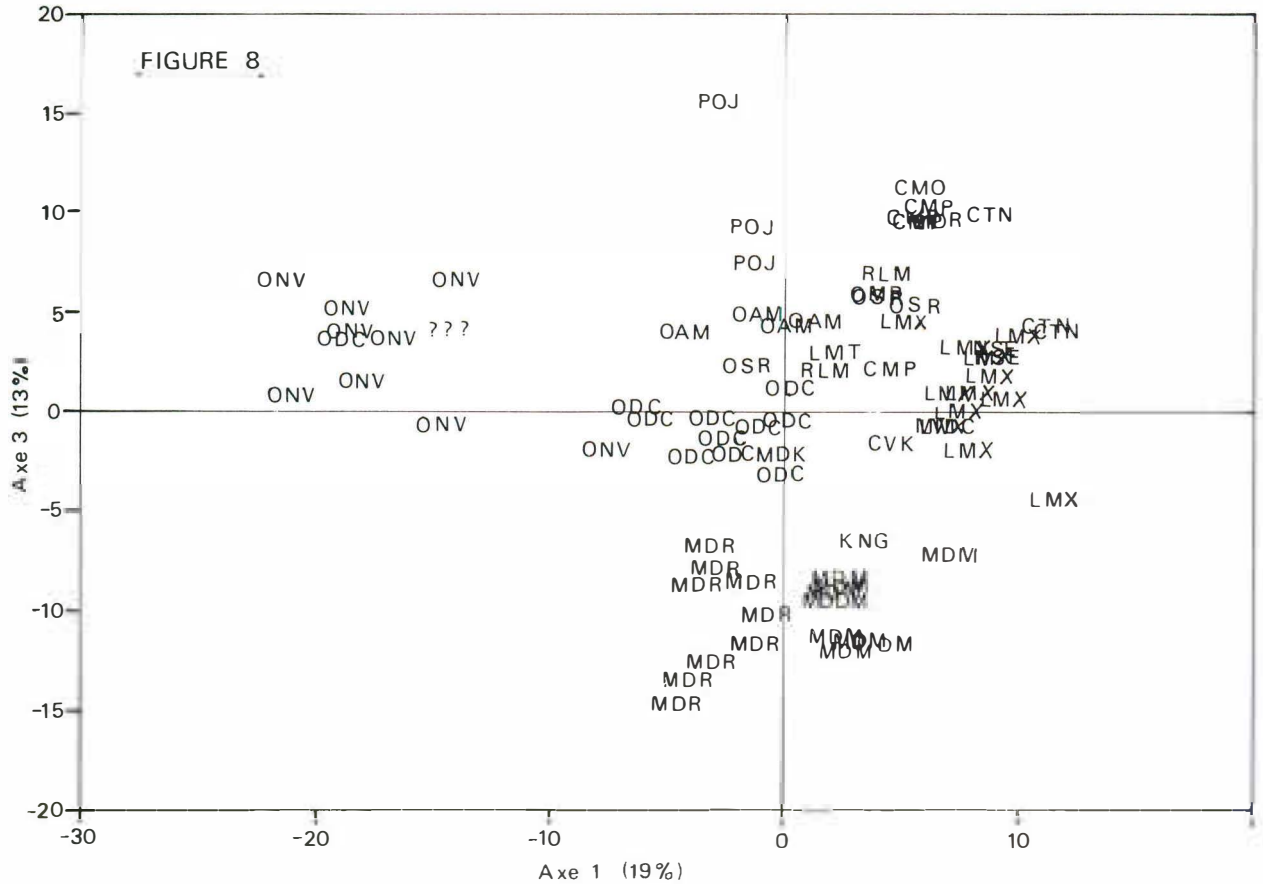


FIGURE 8
Axe 3 (13%)
Axe 1 (19%)
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-30
-20
-10
0
10
POJ
CMO
CTN
RLM
OSR
LMX
OAM
LMT
CMP
ODC
CVK
MDK
KNG
MDM
MDR
ONV
???

BIBLIOGRAPHIE

1. BARRET H.C. et RHODES A.M.
A numerical taxonomic study of afinity relationship in cultivated Citrus and its close relatives.
Systematic Botany, 1976, 1 (2), 105-136.

2. BENZECRI J.P. *et al.*
L'analyse des données. I.- La taxinomie.
Ed. Dunod, Paris, 1984.

3. FOUCART T.
Analyse factorielle. Programmation sur micro-ordinateurs.
Ed. Masson, Paris, 1985.

4. GALUN E.
Application of molecular methods to modern Citrus taxonomy.
Proc. Int. Soc. of Citriculture, 1988.

5. LEFORT-BUSON M. et De VIENNE D.
Les distances génétiques. Estimations et applications.
INRA, Paris, 1985.

6. LIMA H. *et al.*
The calculation of genetic parameters in Citrus.
Proc. Int. Soc. of Citriculture, 1988.

7. SCORA R.
Biochemistry, taxonomy and evolution of cultivated Citrus.
Proc. Int. Soc. of Citriculture, 1988.

8. SNEATH P. et SOKAL R.
Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification.
Ed. Freeman and Co., San Francisco, 1973.

9. VARDI A.
Application of recent taxonomical approaches and new techniques to Citrus breeding.
Proc. Int. Soc. of Citriculture, 1988.

ANNEXE

Liste des caractères observés sur les agrumes.

Abbréviations, codes attribués à chaque modalité.

Caractères foliaires.

Epn	Présence d'épines	
	1	non
	2	oui
Feu	Type de feuille	
	1	linéaire
	2	lancéolée
	3	elliptique
	4	obovale
Lg	Longueur de la feuille en millimètres	
lg	Largeur de la feuille en millimètres	
Art	Articulation du pétiole	
	1	non
	2	oui
Lag	Largeur du pétiole en millimètres	
Lgp	Longueur du pétiole en millimètres	
L/lf	Rapport longueur de la feuille/largeur	
L/lp	Rapport longueur du pétiole/largeur	
L/t	Pourcentage de la feuille/longueur totale	

Caractères externes du fruit.

Maf	Mise à fruit	
	1	isolé
	2	en cluster
Pds	Poids du fruit en grammes	
Cou	Couleur de l'écorce	
	1	vert foncé
	2	verte
	3	vert clair
	4	crème
	5	jaune
	6	jaune clair
	7	orange clair
	8	orange
	9	rougeâtre
Asp	Aspect de l'écorce	
	1	très lisse
	2	lisse
	3	papillée
	4	piquetée
	5	plissée
	6	bosselée
	7	verruqueuse
Cot	Cotes et sillons	
	1	profonds
	2	peu profonds
	3	sans
	4	peu proéminents
	5	proéminents
Diaf	Diamètre du fruit en millimètres	
Hauf	Hauteur du fruit en millimètres	
Cal	Situation du calice	
	1	proéminent
	2	en surface
	3	déprimé
Div	Divisions du calice	
	1	régulières
	2	irrégulières
Tdi	Taille des divisions	
	1	courtes
	2	moyennes
	3	longues
Exd	Extrémités des divisions	
	1	pointues
	2	aplaties
Tpe	Taille du pédoncule en millimètres	
Apx	Apex	
	1	proéminent
	2	léger
	3	déprimé
Nvl	Navel	
	1	absent
	2	fermé
	3	ouvert
Stl	Style	
	1	absent
	2	persistant sec
	3	persistant frais

Caractères internes du fruit.

Epp	Epaisseur de l'écorce en millimètres	
%ec	Pourcentage d'écorce par rapport au diamètre du fruit	
Adh	Adhérence à la pulpe	
	1	légère
	2	moyenne
	3	forte
Brs	Boursouflure	
	1	sans
	2	légère

3 importante

Hui Taux d'huiles essentielles en ml par kg de fruit

Flv Pourcentage de flavedo

Cof Couleur du flavedo
1 vert
2 vert clair
3 blanc
4 crème
5 jaune
6 jaune clair
7 orange clair
8 orange
9 rougeâtre

Epa Epaisseur de l'albedo
1 faible
2 moyenne
3 importante

Coa Couleur de l'albedo
1 vert
2 vert clair
3 blanc
4 crème
5 jaune
6 jaune clair
7 orange clair
8 orange
9 rougeâtre

Axe Axe central
1 creux
2 semi-creux
3 plein

Fax Forme de l'axe central
1 régulier
2 irrégulier

Dax Diamètre de l'axe au milieu du fruit en millimètres

Nsg Nombre de segments

Ads Adhérence des segments
1 légère
2 moyenne
3 importante

Spt Septa
1 mince
2 moyen
3 épais

Cop Couleur de la pulpe
1 verte
2 vert clair
3 blanche
4 crème
5 jaune
6 jaune clair
7 orange clair
8 orange
9 rougeâtre

Txp Texture de la pulpe
1 fine
2 moyenne
3 grossière

Tav Taille des vésicules
1 petites
2 moyennes
3 grandes

Tyv Type de vésicules
1 adhérentes
2 aisément séparables

Caractéristiques du jus.

Jus Pourcentage de jus

Coj Couleur du jus
1 vert
2 vert clair
3 blanc
4 crème
5 jaune
6 jaune clair
7 orange clair
8 orange
9 rougeâtre

Ess Extrait sec soluble

Acd Acidité en équivalent d'acide citrique pour 100

E/A Rapport ESS/Acd

pH pH

Vitc Vitamine C en mg/100 ml de jus

If Indice formol pour 100

Amr Amertume
1 sans
2 moyenne
3 élevée

Caractéristiques des pépins.

Nbp Nombre de pépins

Lgp Longueur moyenne en millimètres

Lap Largeur moyenne en millimètres

Fop Forme générale des pépins
1 fusiforme
2 cunéiforme
3 ovale
4 anguleux
5 aplati
6 pyriforme

Sup Surface des pépins
1 lisse
2 rugueuse
3 plissée
4 veinée

Cop Couleur des pépins
1 blanche
2 crème
3 verte

Coc Couleur des cotylédons
1 blanche
2 crème
3 jaunâtre
4 verte

Cch Couleur du point de chalaze
1 brun
2 marron
3 rougeâtre
4 violet
5 vert

Ebr Type d'embryon
1 monoembryonné
2 polyembryonné

DIGITALISIERTE TAXONOMIE - ANWENDUNG AUF DIE ZITRUSFRÜCHTE.

R. COTTIN.

Fruits, dec. 1988, vol. 43, n° 12, p. 721-733.

KURZFASSUNG - Nachdem die Zuchtmodalitäten der beobachteten Merkmale und die verwendete Berechnungsmethode feststanden, wurde eine Zitrusfrucht-Systematik anhand der digitalisierten Taxonomie auf ihre Richtigkeit getestet, und zwar mit Hilfe von Proben, die Einzelpflanzen der verschiedenen Arten und auch Gattungen umfassen.

LA TAXONOMIA NUMERICA. APLICACION A LOS AGRIOS.

R. COTTIN.

Fruits, Dec. 1988, vol. 43, n° 12, p. 721-733.

RESUMEN - Habiéndose definido las modalidades de selecciones de los caracteres observados y el método de calculo utilizado, la validez de un enfoque de la sistemática de los agrios por la taxonomía numérica se ha sometido a test sobre muestras que comportan individuos de diferentes especies, y a continuación, de géneros diferentes.

SCI DARBONNE
SOCIETE CIVILE DARBONNE
Siège social : 6, Boulevard JOFFRE
91490 MILLY-LA-FORET B.P. 8
Tél. : (1) 64.98.95.95 - Télex : 690373

PLANTS de FRAISIERS
Tous nos pieds-mères sont issus de méristèmes

GRIFFES d'ASPERGES
Sélection DARBONNE n°4
Sélection DARBONNE n°5
Nouveauté : Hybride de clones DARBONNE n°231
La gamme complète des nouveaux hybrides INRA

PLANTS de FRAMBOISIERS

Pour toutes informations sur nos productions
DEMANDER NOTRE CATALOGUE GRATUIT

Une visite en vaut la peine . . . . . .