

J. P. BENZÉCRI

F. BENZÉCRI

**Programme de représentation cartographique des
résultats d'une analyse multidimensionnelle
: notice d'utilisation**

Les cahiers de l'analyse des données, tome 14, n° 1 (1989),
p. 55-72

http://www.numdam.org/item?id=CAD_1989__14_1_55_0

© Les cahiers de l'analyse des données, Dunod, 1989, 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/>

PROGRAMME DE REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE DES RÉSULTATS D'UNE ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE: NOTICE D'UTILISATION

[NOT. PROG. CART.]

J.P. & F. BENZÉCRI

0 Fonction du programme 'carthage' de cartographie automatique

Le programme 'carthage', à partir d'un tableau de données croisant un ensemble d'unités territoriales, par ex. les départements de la France, et un ensemble de variables, par ex. les consommations mensuelles d'un certain produit tel que le gazole, construit une carte qui donne à chaque département une trame fonction du profil de la ligne afférente à ce département dans le tableau des données. En bref, on pourra représenter par des hachures serrées les départements où est très importante la consommation hivernale et très faible la consommation estivale, et, au contraire, par des hachures espacées les départements où prédomine la consommation estivale, ou tout au moins les départements où la consommation estivale est beaucoup moins réduite qu'il n'est le cas en moyenne.

Ainsi que nous l'avons dit, dans [NOT. CORR. CAH], l'exécution de ce programme présuppose le traitement par analyse des correspondances et classification ascendante hiérarchique d'un tableau de correspondance, ou tableau de nombres positifs ou nuls, dont l'ensemble des lignes est l'ensemble des unités territoriales (dans le cas de la France, les 95 départements) et l'ensemble des colonnes, un ensemble de variables qui sont, dans notre exemple, repris ici, les consommations mensuelles en gazole.

Il va sans dire que peuvent être utilisées d'autres données telles que: effectif des différentes catégories socioprofessionnelles dans le département, ou effectif des différentes tranches d'âge-sexe dans le département; ou encore un ensemble de données hétérogènes recodées par découpage en classes, ainsi qu'on l'a expliqué dans [NOT. CRÉ. TAB.]. On trouve dans C.A.D. Vol XIII n°3 (1988) deux exemples de cartes, construites l'une d'après des données socio-économiques découpées en classes, [CARTE VIE FRANCE], l'autre

d'après le dénombrement des votes aux premiers tours des élections présidentielles de 1981 et 1988.

Pour faire la carte, il faudra traiter, outre les informations statistiques, des informations proprement géographiques permettant le tracé du pays avec les délimitations des unités territoriales. Cette nécessité dictera le plan de la présente notice.

Nous décrirons d'abord la création des fichiers numériques indispensables à l'ordinateur pour le tracé de la carte, c'est-à-dire pour créer ce qu'en termes géographiques on appelle le fond de carte.

Nous considérerons ensuite, en reprenant l'exemple pris dans [INT. CORR. CAH], l'exécution du programme 'carthage' avec toutes les options qu'on y trouve.

Nous terminerons en donnant rapidement les indications sur le moyen d'utiliser le programme 'carthage' pour représenter une partition de l'ensemble des unités territoriales en classes qui n'ont pas été obtenues par la méthode d'analyse des données, ou qui ont été obtenues sur un autre ordinateur, ou par une autre méthode, sans qu'il soit possible ou commode de transférer les fichiers nécessaires à l'exécution normale du programme 'carthage'; auquel cas, en bref, la description de la partition doit être entrée au clavier sur l'éditeur de texte par l'utilisateur.

1 Création des fichiers de fond de carte

La création des fichiers de fond de carte procède en trois étapes.

1°) Le géographe travaille suivant, essentiellement, ses méthodes habituelles, pour traduire en nombres une carte que l'on suppose être de grand format, par ex. 1 mètre carré.

2°) L'utilisateur entre, en créant deux fichiers de type texte, les informations numériques relevées sur la carte.

3°) Par l'exécution d'un programme, ces fichiers de type texte sont vérifiés et mis sous forme d'un fichier numérique qui sera utilisé par le programme 'carthage'.

1.1 Préparation des données numériques sur la carte

Une façon commode de procéder consiste à se munir de petites pastilles collantes de deux tailles différentes. Les pastilles de grande taille serviront à étiqueter les départements avec, sur chacune, le n° de l'unité territoriale; les pastilles de petite taille seront collées sur la carte aux points choisis pour réduire à un tracé polygonal le contour du pays et les limites des unités territoriales. A titre d'indication, nous dirons qu'une carte de France, même très schématique, demande plus de 200 points: une carte de Grèce d'excellente qualité mais

schématique tout de même, compte tenu de la multiplicité des îles que comporte ce pays, n'a pas demandé moins de 1000 points.

Le programme, dans sa version actuelle, prévoit un maximum de 2000 points, maximum qui pourrait d'ailleurs être dépassé sans grands efforts pour la programmation. En outre, le nombre lui-même des départements ou unités territoriales a été limité à 200, limitation qui ne semble aucunement gênante pour les applications qu'on peut être tenté de faire à l'échelle que permet l'écran de l'ordinateur ou la largeur de l'imprimante qui reproduit le contour de l'écran.

Pour traiter les zones sorties (par ex. Paris et sa petite couronne ou la grande couronne de Paris) ou les îles et archipels, on procède de la façon suivante.

Les départements sortis ou les îles, dans la mesure où ils constituent des unités territoriales d'un seul tenant, sont décrits par sommets et liste ordonnée de sommets sur les contours, exactement comme on le fait pour les unités territoriales continentales. Lorsque toutefois, comme c'est le cas en Grèce, on a un archipel entier qui constitue une unité territoriale administrative, ou éventuellement une île qui est rattachée à une unité territoriale du continent, le plus commode pour la netteté de la carte est de considérer un périmètre qui fasse le tour des différentes portions territoriales constituant l'unité, par ex. de chacune des îles de l'archipel, en traçant, en quelque sorte, des ponts d'une portion à l'autre, c'est-à-dire en parcourant deux fois en sens contraires un même segment joignant ces deux composantes. Ainsi, lorsque s'affiche la carte, ces liens mettent en évidence comment les îles sont groupées en unités territoriales. D'autre part, il est indispensable pour la cartographie automatique, qui travaille sur des unités territoriales et non sur des portions d'unités, qu'un polygone unique entoure toutes les composantes d'une unité territoriale. Ce qui rend indispensable le tracé de ces contours avec des segments de jonction parcourus deux fois.

Les points choisis comme sommets des lignes polygonales sont numérotés de façon séquentielle; par ex., pour une carte de France schématique, de 1 à 251. Puis, pour chacun des points, on relève ses coordonnées. Pour cela, on fait choix d'une unité de mesure quelconque, cm ou mm, mais les coordonnées doivent être des nombres entiers et doivent être mesurées de la façon suivante:

abscisse x , à partir du bord gauche de la feuille;

ordonnée y , à partir du bord supérieur de la feuille.

Autrement dit, les coordonnées sont positives et l'origine placée au coin supérieur gauche de la feuille.

Dans les fichiers que nous avons créés pour la carte de France, les mesures sont en mm. Mais l'utilisateur n'a pas à se préoccuper de la dimension globale

de la carte qu'il utilise (carte 50cm × 50cm, ou carte 1m × 1m) car le programme de création des fichiers numériques met lui-même les nombres à l'échelle commode pour l'exécution du tracé de la carte proprement dite.

1.2 Les fichiers de texte du fond de carte

Ces fichiers de texte sont au nombre de deux. On leur donne pour nom celui du pays (dans notre cas, France) suivi respectivement des suffixes stx et utx: s signifie sommet et u, unité territoriale (pour nous, département), la terminaison tx indiquant qu'il s'agit d'un fichier de texte.

Ouvrons d'abord le fichier 'qp5:Francestx' tel qu'il a été créé à l'éditeur de texte. Comme pour le tableau des données, vient d'abord une ligne de titre:

France coordonnées des sommets placés sur les contours

Un titre doit impérativement figurer en tête du fichier; il est choisi librement sous la seule condition de tenir sur une seule ligne terminée par un Retour chariot.

Viennent ensuite les sommets proprement dits, avec leurs coordonnées. On lit sur la première ligne:

s1 225 800

ce qui signifie que la petite pastille portant le n°1 se trouve placée à 225mm du bord gauche de la carte de France utilisée et à 800mm du bord supérieur de cette même carte.

Le sommet s2 occupe la ligne suivante où on lit:

s2 315 795

etc. jusqu'à la 251-ème ligne où on lit: s251 suivi de deux coordonnées.

Il importe de signaler ici les libertés laissées à l'utilisateur. Seule compte l'inscription des numéros des sommets selon la suite des entiers positifs, dans leur ordre naturel et sans omission: 1 2 3 4 5 6 7 etc. (jusqu'à 251 dans notre exemple), avec, après chaque n° de sommet, deux nombres entiers (qui sont les coordonnées de ce sommet). Les Allers à la ligne sont laissés à la commodité de l'utilisateur. La lettre s elle-même qui, dans notre exemple, figure devant le n° du sommet, n'est pas prise en compte par l'ordinateur qui considère seulement les nombres et les blancs qui séparent ceux-ci. L'utilisateur pourrait donc, s'il le voulait, supprimer cette lettre s ou, au contraire, écrire intégralement le mot sommet. Cette forme s1 s2 etc. que nous avons choisie est donc seulement une suggestion.

N.B. Si l'on a malencontreusement sauté un ou plusieurs éléments dans le numérotage des sommets, par ex.: s1 s2 s5 s6 etc. on peut corriger facilement cette erreur en répétant le sommet s2 avec ses deux coordonnées sous les numéros s3 et s4. Cette répétition n'a aucun inconvénient pour le déroulement du programme; en revanche, le programme ne peut s'exécuter si les numéros s3

et s4 manquent; (et le cadrage de la carte pourrait être perturbé si on mettait des coordonnées quelconques à s3 et s4).

Affichons maintenant le fichier 'qp5:Franceux' à la fenêtre de l'ordinateur. Ici encore, une ligne de titre:

France numéros des sommets sur les contours des départements

On va à la ligne et on lit:

u1 8s 71 83 85 86 88 89 183 70

Ces nombres concernent l'unité territoriale (département) n°1: u1. Le contour de ce département est assimilé à un polygone à 8 sommets (d'où la mention: 8s). Ces sommets ont respectivement les numéros énumérés (71 83 85 86 etc.).

Il est essentiel que l'utilisateur donne d'abord le n° du département, puis le nombre de sommets sur le contour de ce département, et ensuite les numéros de ces sommets. Ceci permet à un programme ultérieur qui crée les fichiers numériques destinés au programme de cartographie d'effectuer les vérifications nécessaires. On s'assure ainsi que le fichier de fond de carte ne contient aucune erreur, excepté, cela va sans dire, les erreurs sur les coordonnées que l'ordinateur n'a aucun moyen de vérifier.

Comme pour le fichier 'Franceux', les lettres que nous avons introduites (u, en tête de ligne, pour dire qu'il s'agit d'informations relatives à une unité territoriale; s, après le chiffre 8, pour rappeler que c'est le nombre de sommets qui est donné, et non un n° de sommet) sont facultatives. De même, la disposition en lignes est, elle aussi, facultative, une fois tapé le Retour chariot qui suit le titre du tableau (titre indispensable qui, rappelons-le, doit tenir sur une seule ligne).

1.3 Le programme 'litxcarte' créant le fichier numérique du fond de carte

Ici encore, le programme commence en demandant:

le nom du pays est

à quoi l'on répond:

France

Puis est demandé le nombre des unités territoriales:

95

le nombre de points relevés sur les contours:

251

S'affiche alors le titre:

France coordonnées des sommets placés sur les contours

ce qui prouve que le programme a eu effectivement accès au fichier des données de fond de carte Franceux.

Au vu de la barre clignotante verticale, l'utilisateur entre un caractère quelconque, et, s'il n'y a pas de contradiction interne dans le fichier des coordonnées des sommets placés sur les contours, c'est-à-dire, essentiellement, si l'on rencontre les nombres sous la forme: $s \times y$ (où s parcourt la suite des nombres entiers de 1 à 95 et x, y les coordonnées affectées à ces numéros), la lecture de ce fichier des coordonnées s'effectue sans aléa. Mais, si une ligne a été sautée, si une coordonnée a été oubliée, le programme s'en aperçoit et envoie à l'utilisateur, à l'écran, un message d'erreur qui permet de retourner à l'éditeur de texte pour corriger le fichier des données.

Nous supposons que tout s'est bien passé, et qu'apparaît à l'écran:

```
France numéros des sommets sur les contours des départements
```

ce qui signale que le programme utilise maintenant le fichier Franceutx. Si ce fichier ne comporte pas d'erreur, c'est-à-dire si, après l'annonce, dans l'ordre des numéros des départements de 1 à 95, on trouve des nombres de sommets qui concordent avec les nombres de numéros effectivement inscrits, le programme, encore une fois, s'exécute sans encombre; sinon, il envoie des commentaires d'erreur permettant à l'utilisateur de corriger le fichier de texte.

L'exécution du programme 'litxcarte' se termine, et nous pouvons maintenant entrer dans le programme carthage proprement dit.

2.2 Le programme 'carthage' de cartographie automatique

En ouvrant ce programme, on voit s'afficher à l'écran une suite de questions auxquelles [INT. CORR. CAH] nous a habitués. Nous répondons en donnant:

```
le nom du disque utilisé: qp5
le nom du pays: France
le nom du tableau de données: gazole
```

et confirmons par oui (O) toutes ces réponses.

L'écran s'efface et apparaissent, alignés aux marges gauche et supérieure de l'écran, des caissons carrés, numérotés de 1 à 29, et chacun couvert d'une trame différente; dans la place laissée libre, s'affiche un texte:

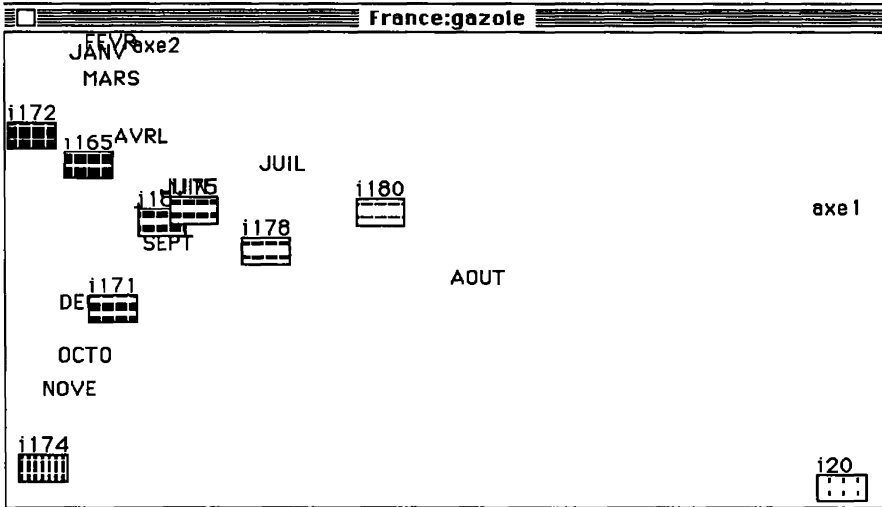
```
Est ici presentee une palette de trames t numerotees de 1 à 29
disponibles pour peindre des regions sur la carte
On peut modifier cette palette en choisissant d'autres trames
dans un tableau qui en comporte 100, numerotees de 1 à 100
et sera affiche si l'utilisateur le demande
```

puis paraît une question:

```
faut-il modifier la palette oui(O) ou non(N)
```

Ayant décidé de nous contenter, pour cette fois, des ressources de la palette des 29 trames initialement proposées, nous répondons non (N); (le dialogue de modification de la palette des trames sera expliqué en *addendum*).

Vient alors à l'écran une nouvelle question:



Plan (1,2): représentation définitive avec les trames modifiées

faut-il présenter les résultats de l'analyse factorielle oui(O) ou non(N)

En répondant oui, nous verrons essentiellement s'exécuter devant nous, avec quelques compléments que nous signalerons au passage, le programme 'planF', objet du §2.2 de la notice [NOT. CORR. CAH]. Ici le nombre des ensembles considérés peut aller de 1 à 5. Voici pourquoi. Outre les ensembles i (départements), j (variables), iq (classes de départements), jq (classes de variables) est prévue une 5-ème éventualité: iQ (classes de départements avec trame). On peut en effet demander que s'affichent, non seulement les numéros des classes de départements, précédés de la lettre i, par ex. i181 (classe n°181 de départements, dont la composition peut être recherchée sur les listages de classification automatique et apparaîtra tout à l'heure sur la carte avec une trame particulière), mais aussi l'affichage de ce n° avec, en dessous, dans un caisson rectangulaire, la trame actuellement choisie pour représenter les départements de cette classe.

Nous répondons Oui en demandant 3 ensembles: l'ensemble j des variables, l'ensemble iq des classes de départements et l'ensemble iQ des trames. Voici l'explication de ce choix. On verra d'abord nettement s'afficher les sigles des 12 variables, c'est-à-dire des mois; ensuite, avec des superpositions éventuelles, on verra les numéros des classes de départements, et quand enfin s'ajouteront les caissons des trames, ceux-ci, éventuellement, empièteront sur les informations déjà affichées, qui, elles, nous seront déjà connues en sorte que nous n'aurons pas de peine à nous représenter quel est, présentement, le

choix des trames proposé, choix qui, on le verra dans un instant, peut être modifié.

Nous demandons donc l'affichage des trois ensembles, successivement, dans le plan (1, 2). Comme dans [INT. CORR. CAH], lors de la consultation des résultats d'analyse factorielle par 'planF', les noms des mois se lisent clairement; quand s'ajoutent les numéros des classes, il reste possible de déchiffrer ceux-ci, bien que la classe 173 se superpose au mois de Juin, au centre du graphique; mais quand apparaissent les trames, au centre du graphique, il n'est plus possible de lire les numéros que nous avons, heureusement, déjà observés.

Arrêtons-nous à considérer ce plan et les suggestions de trames qu'il contient. Nous voyons la classe i20, composée, en fait, de l'unique département de la Corse, très écartée, associée à l'été. Moins écartée, mais associée à cette même saison, la classe i181, puis i177. Il est satisfaisant que des trames claires soient proposées pour les classes i20 et i177 associées à des activités de vacances. En revanche, une trame sombre est proposée pour la classe 181; nous la corrigerons tout à l'heure en la remplaçant par une trame plus claire. Au bord gauche du graphique, les départements peu intéressés par les activités de vacances forment les classes 174, 170, 179, 180. On remarque particulièrement la classe 179 associée à la saison d'automne: ce sont les départements betteraviers dont nous avons déjà parlé. Il est très souhaitable de donner à ces départements une trame nettement différente de celles des autres, contrairement à la proposition que fait actuellement l'écran. Nous effectuerons cette correction tout à l'heure, lors du dialogue du choix des trames.

Nous quittons maintenant le plan (en nous souvenant des observations faites), en tapant Retour chariot.

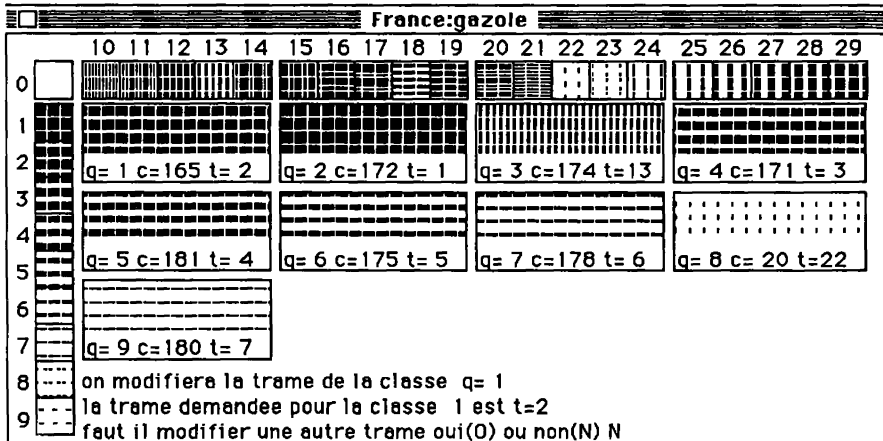
Bien que le programme nous propose de tracer un autre plan, nous répondons non pour entrer plus vite dans le dialogue de modification des trames.

Apparaît à l'écran un plan qui présente, dans des caissons rectangulaires, une composition, arbitraire d'ailleurs, des choix des trames pour les différentes classes de départements.. Ces choix sont ceux-là mêmes qui sont apparus, il y a un instant, sur le graphique de l'analyse factorielle; et nous nous souvenons des modifications que nous entendons faire: éclaircir la trame de la classe 181 et donner un caractère original à la classe i174. Un dialogue qui s'affiche au bas de l'écran nous permet de faire cela. On lit la phrase:

ce choix des trames est-il confirmé oui (O) ou non (N)

Nous répondons non:

N



Les caissons rectangulaires à la fin du dialogue de modification des trames

Il importe de noter que nous sont proposées, dans des caissons carrés alignés aux marges gauche et supérieure de l'écran, des trames que nous pouvons choisir pour remplacer celles proposées dans les grands caissons rectangulaires associés aux classes. (La disposition des trames dans les caissons carrés est déjà apparue à l'entrée du programme, avec un texte offrant de modifier cette palette; offre que nous avons alors déclinée).

Ayant répondu non à la confirmation des trames proposées, nous voyons s'afficher la phrase:

on modifiera la trame de la classe q =

On remarquera que dans chaque caisson rectangulaire associé à une classe, sont écrits trois nombres: par ex., q=9 c=180 t=9. Cela signifie que cette classe, qui est la 9-ème dans la partition choisie sur les départements français, a, dans la classification hiérarchique, le n°180, et que lui est provisoirement attribuée la trame n°9. C'est précisément l'une des trames que nous voulons changer.

Nous répondons q = 9. Vient la question:

la trame demandée pour la classe 9 est t =

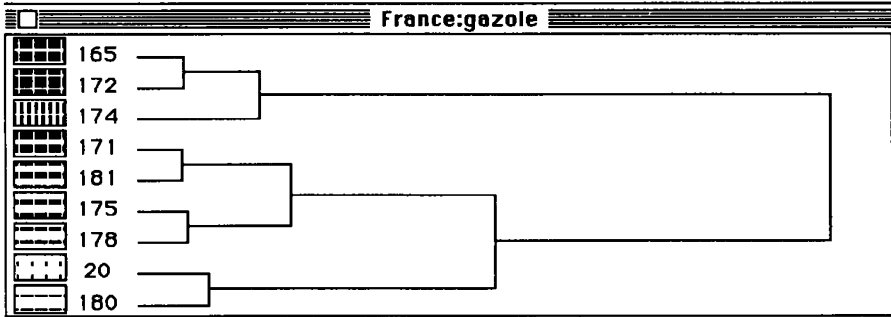
Nous choisissons une trame claire: la trame 7, en répondant:

7

Apparaît à l'écran la question:

faut-il modifier une autre trame oui (O) ou non (N)

Nous répondons oui, ayant en vue de modifier la trame attribuée à la classe q=3 c=174 des départements betteraviers. Nous complétons donc la ligne:



Hiérarchie des classes avec les trames qui leur sont attribuées

on modifiera la trame de la classe $q =$

en entrant: 3, et la ligne:

la trame demandée pour la classe 3 est $t =$

en entrant: 13. Et ainsi de suite, jusqu'à ce que, quand s'affiche la question

faut-il modifier une autre trame oui (O) ou non (N)

nous puissions, pour l'instant, répondre non, étant satisfaits, compte tenu des informations dont nous disposons, du choix de trames proposé à l'écran.

La palette des trames s'efface et on lit à l'écran:

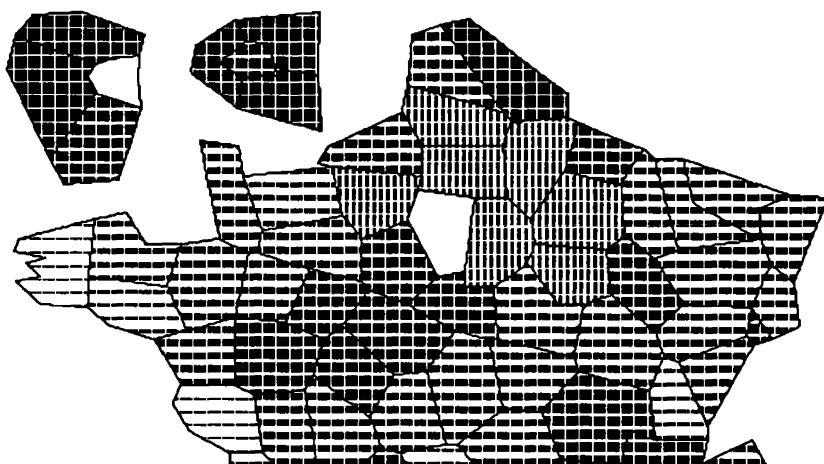
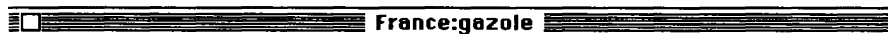
on efface l'arbre des trames en entrant un chiffre

faut-il présenter l'arbre des classes avec trames oui (O) ou non (N)

C'est d'une nouvelle présentation de l'ensemble des classes et des trames choisies pour elles que nous allons pouvoir bénéficier. C'est l'arbre de la hiérarchie, (restreinte à la partition choisie), qui peut s'afficher avec, non seulement les numéros des classes, mais encore les trames de celles-ci.

Nous répondons oui, l'information figurant sur cet arbre nous permettant, dans une certaine mesure, de confirmer la validité des choix effectués, choix qui pourront être modifiés, après affichage de la carte, par un passage dans les nouvelles étapes du dialogue que nous sommes en train de parcourir.

Voici donc à l'écran un arbre où l'on trouve les 9 classes de la partition: 165, 172, 174, 171, 181, 175, 178, 20, 180. La hiérarchie associe les classes 20 et 180, toutes deux d'activités estivales, auxquelles ont été attribuées, de façon satisfaisante, des trames claires. Les trames sont moins claires pour la paire de classes (175, 178); encore moins pour les classes 181, 171 et 174, (classe, plutôt automnale, des départements betteraviers avec la trame originale que nous lui avons attribuée). Enfin, en haut du graphique, on trouve les deux classes les moins dominées par les activités estivales: 172 et 165.



Moitié Nord de la France, telle qu'elle s'affiche à l'écran

Nous quittons l'arbre des trames en appuyant sur Retour chariot, et lisons à l'écran:

pour passer du nord au sud et vice versa entrer une lettre
pour arrêter taper un nombre de deux chiffres

Cette mention nous rappelle que la taille de l'écran Macintosh+, à la différence de celle du Macintosh II, ne permet pas d'afficher la carte entière à une échelle satisfaisante. Nous aurons donc le moyen de voir alternativement la partie nord ou la partie sud de la carte, avec une zone empiétante suffisante pour que tout soit clair.

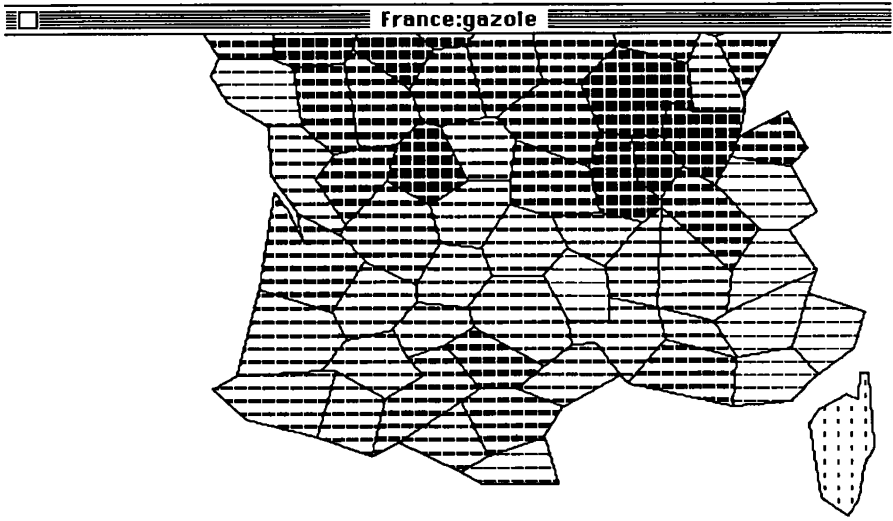
Après cette indication à l'utilisateur, on lit la phrase:

largeur 1, 2 ou 3 demandée pour le trait est

Du point de vue de la tradition cartographique, un trait fin, largeur 1, est souhaitable. Du point de vue des effets artistiques ou de la netteté de certains schémas, on peut demander, si on le désire, un trait plus épais.

Après avoir entré la largeur demandée, on voit rapidement s'afficher à l'écran comme des feuilles qui, tombant d'un arbre, se poseraient à terre, les départements, chacun marqué de sa trame, avec, au coin supérieur gauche, la grande et la petite couronne de Paris.

On observe des zones de départements très sombres pour Paris et ses deux couronnes, ainsi que pour les départements du Nord et des Ardennes. On observe au contraire, dans cette moitié nord de la France, des zones très claires



Moitié Sud de la France, telle qu'elle s'affiche à l'écran

pour le département du Finistère et les autres départements atlantiques où les activités de vacances sont intenses. Comme nous le désirions, la zone des départements betteraviers, avec sa trame composée de rayures verticales, se détache nettement. La vallée de la Loire a une trame plutôt foncée, parce qu'elle n'est pas immobilisée durant l'hiver.

Nous entrons un caractère quelconque, par ex. une lettre, et voyons s'afficher les départements sud avec la Corse, comme se sont précédemment affichés les départements nord. (Le lecteur pourra également consulter la carte complète, montée grâce au logiciel MacPaint 2)

La différence est grande entre les deux moitiés de la carte. Comme on s'y attendait, les activités de vacances prédominent dans le sud et les départements sont presque tous affectés de trames très claires. On remarque toutefois la région lyonnaise aux fortes activités industrielles, avec sa trame sombre, et le département de la Haute-Garonne avec une trame de réflectance intermédiaire qui correspond à une activité notable en dehors des vacances.

Nous pouvons, autant de fois que nous le désirons, passer du Nord au Sud et du Sud au Nord et demander à l'imprimante du Macintosh une copie d'écran (utilisée pour le montage de la carte complète).

Quand nous estimons avoir suffisamment pris connaissance de la carte par ces va-et-vient du Nord au Sud et du Sud au Nord, nous entrons un nombre de deux chiffres, par ex. le nombre 45, et la carte disparaît.

A l'écran s'écrit:

doit-on recommencer oui (O) ou non (N)

Bien que le parcours que nous venons de faire, influencés par la connaissance que nous avons des données et les nombreux parcours faits avant le présent exposé, ait abouti à une carte que nous croyons satisfaisante, nous indiquons rapidement comment peut se faire un nouveau parcours.

Nous répondons oui à la question: "doit-on recommencer" en entrant le caractère:

O

Le programme 'carthage' propose à nouveau de modifier la palette des 29 trames; et, cette fois-ci encore, nous répondons non. Revient alors la question:

faut-il présenter les résultats d'analyse factorielle oui (O) ou non (N)

Nous répondons oui. Cette fois-ci la présentation de ces résultats se fera avec les trames que nous avons choisies au précédent parcours.

Pour varier, nous demandons que s'affiche d'abord l'ensemble iQ des classes de départements, ensuite, l'ensemble j des mois, et enfin, l'ensemble iQ des classes de départements avec les caissons indicateurs de trames. Ce n'est pas là pure fantaisie. En effet, nous avons vu au précédent passage que la superposition rendait difficile la lecture de certains numéros de classes s'affichant à l'écran par dessus les sigles des mois. Cette fois-ci la lecture sera particulièrement nette quand les numéros des classes s'afficheront seuls. Ensuite, les mois, puis les trames viendront s'ajouter.

Effectivement, l'affichage dans le plan (1, 2) des numéros des classes se fait sans aucun recouvrement. Les numéros, même les plus voisins du centre: 179, 173 et 176 se lisent très nettement. Quand s'affichent les mois, la seule confusion provient de la superposition de Juin à la classe 173.

Voici maintenant les trames. Dans le coin inférieur gauche, on remarque la trame originale attribuée aux départements betteraviers. Les trames les plus claires occupent bien la moitié droite du plan. Dans le quadrant supérieur gauche se remarque la classe 180 qui comprend les départements dont l'activité est la plus forte en dehors de la saison des vacances et qui, au contraire, connaissent le ralentissement le plus marqué en cette saison. Il n'y a donc pas lieu de modifier les trames. Nous quittons le plan en tapant Retour chariot.

S'affiche à nouveau la palette des trames dont nous sommes satisfaits. Par conséquent, à la question:

ce choix est-il confirmé oui (O) ou non (N)

nous répondons oui:

O

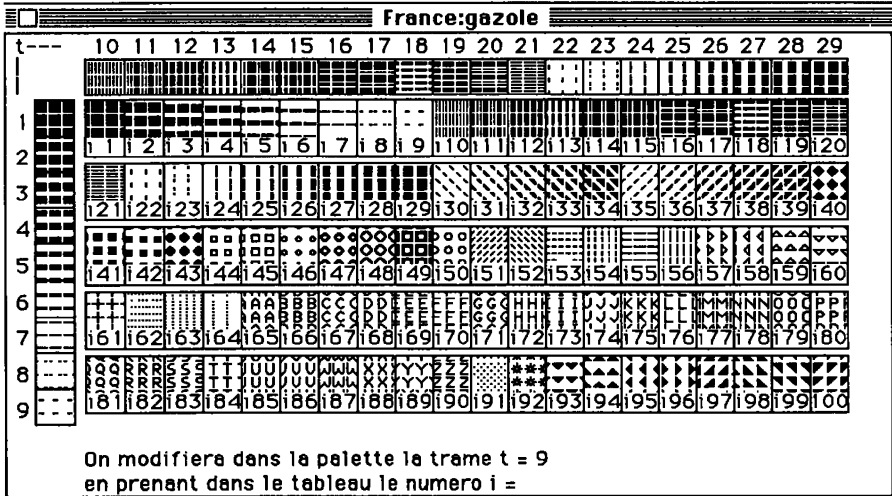


Tableau des 100 trames proposées et dialogue de modification de la palette

L'arbre des trames apparaît à l'écran, tel que nous l'avons mis au point lors du passage précédent; nous le regardons une nouvelle fois, et le quittons (en tapant Retour chariot) pour retrouver la carte.

Pour varier, nous pouvons la demander cette fois avec une autre largeur de trait; faire encore quelques passages du Nord au Sud et du Sud au Nord; puis, en répondant non à toutes les questions qui pourront nous être posées, quitter le programme 'carthage'.

Addendum au § 2: Modification de la palette des trames

Si l'on répond par oui (O) à la question:

faut-il modifier la palette oui (O) ou non (N)

s'affiche (comme il avait été annoncé avant cette question), un tableau compact de caissons carrés, rempli chacun d'une trame différente, et numérotés de $i=1$ à $i=100$: initialement, les trames $t1$ à $t29$ de la palette ne sont autres que les trames $i1$ à $i29$ du tableau. Sous le tableau nous sont successivement posées deux questions:

On modifiera dans la palette la trame t =
en prenant dans le tableau le numero i =

Sitôt les réponses données, la palette se modifie conformément à notre choix; et s'affiche la question:

faut-il encore modifier la palette O ou N

Et, aussi longtemps que nous répondrons oui, des modifications seront apportées à la palette.

À l'utilisateur que ne satisferait pas le choix offert par le tableau des 100 trames, il est possible de modifier ce tableau lui-même selon la symbolique de la carte qu'il réalise. Il suffit pour cela de définir de nouvelles trames par un fichier texte ayant pour nom celui du tableau des données, suivi du suffixe '\$tr' (soit, dans notre cas 'qp5:gazole\$str', le fichier '\$tr' devant être placé sur le même disque que le tableau des données).

De façon précise, le fichier '\$tr' contient une ou plusieurs trames, définie chacune selon le format 'pattern' du Macintosh, comme un suite de 64 chiffres binaires, ou encore de 8 octets. Pour écrire commodément ces octets, on a recours au format hexadécimal, une trame étant donnée par 2 entiers longs non signés. Un entier long est écrit en commençant par le symbole \$, avec les chiffres hexadécimaux qui ne sont autres que les chiffres usuels, de 0 à 9, auxquels on a adjoint les capitales de A à F, pour représenter les nombres de 10 à 15.

Dans le fichier '\$tr', on peut, sans restriction, introduire des commentaires et aller à la ligne: seuls sont pris en compte les chiffres et les capitales {A, B, C, D, E}, dans la mesure où ces caractères se succèdent sans interruption à partir d'un '\$', caractère qui en commande, en quelque sorte la lecture.

Quand on entre dans 'carthage', le programme s'enquiert de l'existence d'un fichier '\$tr' associé au tableau de données. Et, s'il y a lieu, il lit ce fichier et substitue les trames qui y sont décrites à celles du tableau t, en commençant par la fin: par exemple, si '\$tr' contient 2 trames, la 1-ère prend la place de t100, et la 2-ème, celle de t99.

L'utilisateur n'a donc qu'à préparer le fichier '\$tr' pour que les trames qu'il y a placées soient chargées automatiquement. Et, s'il n'est pas familier avec la numération hexadécimale, il peut choisir des trames dans une liste d'exemples déjà publiés.

3 Accès au programme 'carthage' sans passer par la chaîne d'analyse des données

Ainsi que nous l'avons dit, la puissance des capacités graphiques de l'ordinateur peut faire désirer utiliser le programme 'carthage' même pour réaliser une carte dans laquelle la partition de l'ensemble des départements en classes et l'attribution des trames à celles-ci se fait sans effectuer l'analyse des données. Ou encore, on peut souhaiter utiliser l'ordinateur Macintosh pour représenter cartographiquement des résultats d'analyse des données obtenus sur une autre machine qu'il ne nous est pas facile de mettre en communication avec l'ordinateur Macintosh pour lui transmettre les fichiers numériques nécessaires à la construction de la carte. D'autant plus que la chaîne d'analyse des données

utilisée sur cet autre ordinateur peut créer des fichiers intermédiaires numériques de formats très différents de ceux que nous utilisons ici.

Si l'on borne son ambition au tracé de la carte, sans espérer avoir également l'affichage sur un plan des classes d'unités territoriales, et des variables avec leurs coordonnées, comme nous l'avons vu tout à l'heure, il est possible de se contenter de créer un seul fichier intermédiaire décrivant la partition adoptée pour l'ensemble des unités territoriales. Ce fichier sera créé en deux étapes. D'abord, création d'un fichier de type texte, assez semblable au fichier des sommets et au fichier des unités territoriales: stx et utx, créés pour le fond de carte, et ensuite, en faisant agir sur ce fichier de type texte un programme de lecteur qui, à la fois, en vérifiera la cohérence interne et créera le fichier numérique utilisé par le programme de cartographie.

Ouvrons donc un exemple de fichier cartographique. Le fichier a reçu pour nom: 'videcqkitx'. 'Vide' jouera dans cette cartographie le même rôle que 'gazole' dans les cartographies antérieures. Nous avons choisi ce terme de 'vide' pour nous rappeler que cette partition a été faite sans se fonder sur aucune donnée. Le suffixe 'cqki' est celui attribué par l'ordinateur au fichier intermédiaire contenant la description de la partition quand celle-ci est faite par le programme 'CAH2'. Enfin, le suffixe 'tx' est ajouté parce qu'il s'agit d'un fichier de texte.

Ce fichier commence par une ligne comprenant le titre suivi d'un Retour chariot. Le titre est:

```
videcqkitx une partition arbitraire des départements français
```

Vient ensuite:

```
7 classes (données par: vingt mille+num de la classe;dix mille+cardinal;num des individus)
```

La mention entre accolades est destinée à permettre à l'utilisateur de la chaîne de programmes de créer lui-même des fichiers semblables d'après cet exemple: pour chaque classe, il doit donner le n° de la classe ajouté à 20000; puis le nombre de départements réunis dans cette classe, ajouté à 10000; et enfin, la liste des numéros de ces départements. Par ex. la séquence de nombres ci-dessous:

```
20115 10025 1 2 2 4 5 6 7 8 9 etc. jusqu'à 25
```

décrit une classe à laquelle est attribué le n°115 et qui contient 25 départements qui sont les départements numérotés de 1 à 25; (les numéros des classes sont choisis librement; ils ne doivent toutefois pas dépasser 999).

Comme toujours, il importe de savoir ce qui est pertinent et ce qui ne l'est pas dans ce tableau. Ce qui est essentiel, c'est la succession des nombres inscrits après la ligne de titre. D'abord le nombre 7 qui indique qu'il y a 7 classes; puis les séquences de nombres caractérisant chaque classe, comme nous venons de le voir. Les Aller à la ligne ne jouent aucun rôle. Quant au mot 'classes', après le premier nombre (7), et l'explication entre accolades, ces

indications, pourvu qu'elles ne comportent aucun chiffre (et c'est pourquoi l'on a écrit vingt mille et dix mille en lettres) ne gênent ni ne servent aucunement le déroulement du programme. Seuls comptent les nombres et les blancs, auxquels s'ajoutent éventuellement des lettres, qui séparent ces nombres.

On voit facilement que ce format avec des 20000 et des 10000 permet au programme de lecture, qui va transformer ce fichier de texte en un fichier numérique, d'effectuer un certain nombre de vérifications et de donner éventuellement à l'utilisateur des indications sur les incohérences que peut recéler son fichier.

Bibliographie

J.-P. Benzécri: D'Aristote à l'analyse multidimensionnelle: logique et ontologie dans l'induction statistique [LOG. STAT.]; in C.A.D. Vol XIII n° 3, pp.325-338, 1988; (dans cet article est publiée la carte de la consommation du gazole en France, due à A. Moussaoui).

J.-P. Benzécri: Où vit-on le mieux en France ? représentation cartographique de l'analyse de 33 variables [CARTE VIE FRANCE]; in C.A.D. Vol XIII n° 3, pp.349-366, 1988.

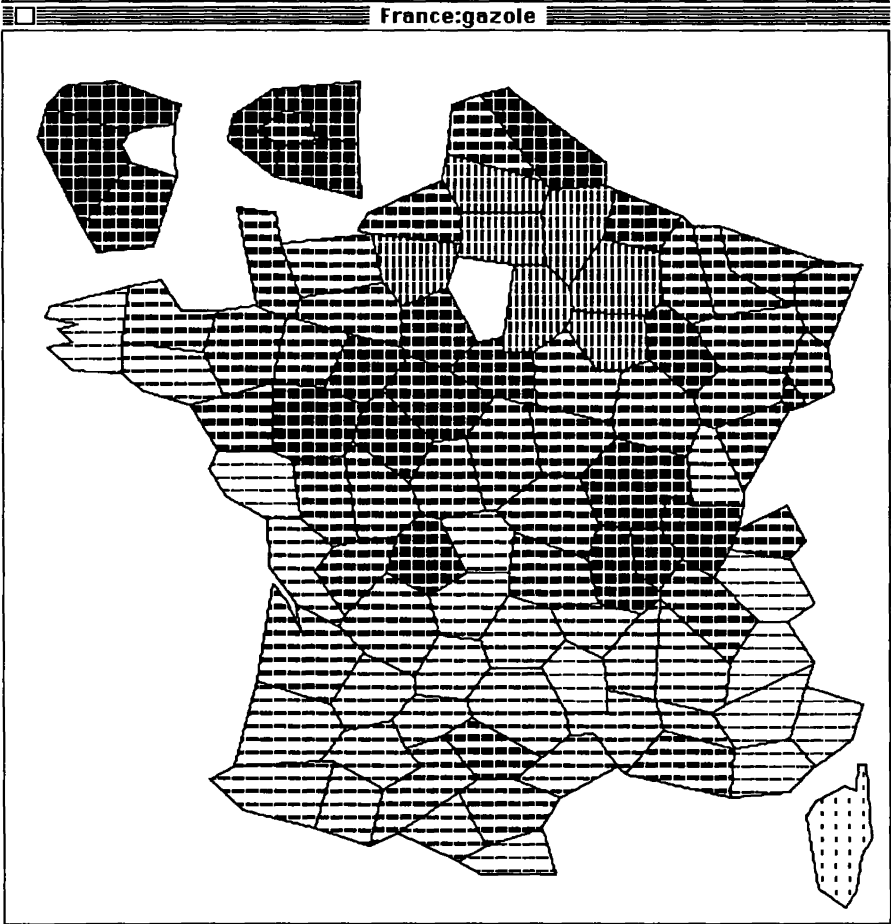
J.-P. Benzécri: Analyse et cartographie des votes par départements aux premiers tours des élections présidentielles de 1988 et 1981 [PREMIERS TOURS 88,81]; in C.A.D. Vol XIII n° 3, pp.393-400, 1988.

M.-M. Thomassin: Cartographie automatique fondée sur l'Analyse des Données; une application sur micro-ordinateur du programme 'carthage' à la régionalisation de la consommation des produits pétroliers en France (1972-1981); in *Bulletin du Comité Français de Cartographie*, fascicule n°115, (Mars 1988).

Les auteurs remercient Madame M.-M. Thomassin, chercheur à l'ORSTOM, qui les a initiés aux principes de la cartographie thématique.

N.B. Les programmes décrits dans la présente notice font partie du Logiciel **Mac-SAIF**, ('Système d'Analyse des InFormations'); les lecteurs désireux d'acquérir ce Logiciel s'adresseront à la

Société **STATMATIC**: 4, rue de Fécamp 75012 Paris;
Téléphone: (16.1) 43.42.48.19 / (16.1) 47.98.77.39



Carte de l'ensemble de la France