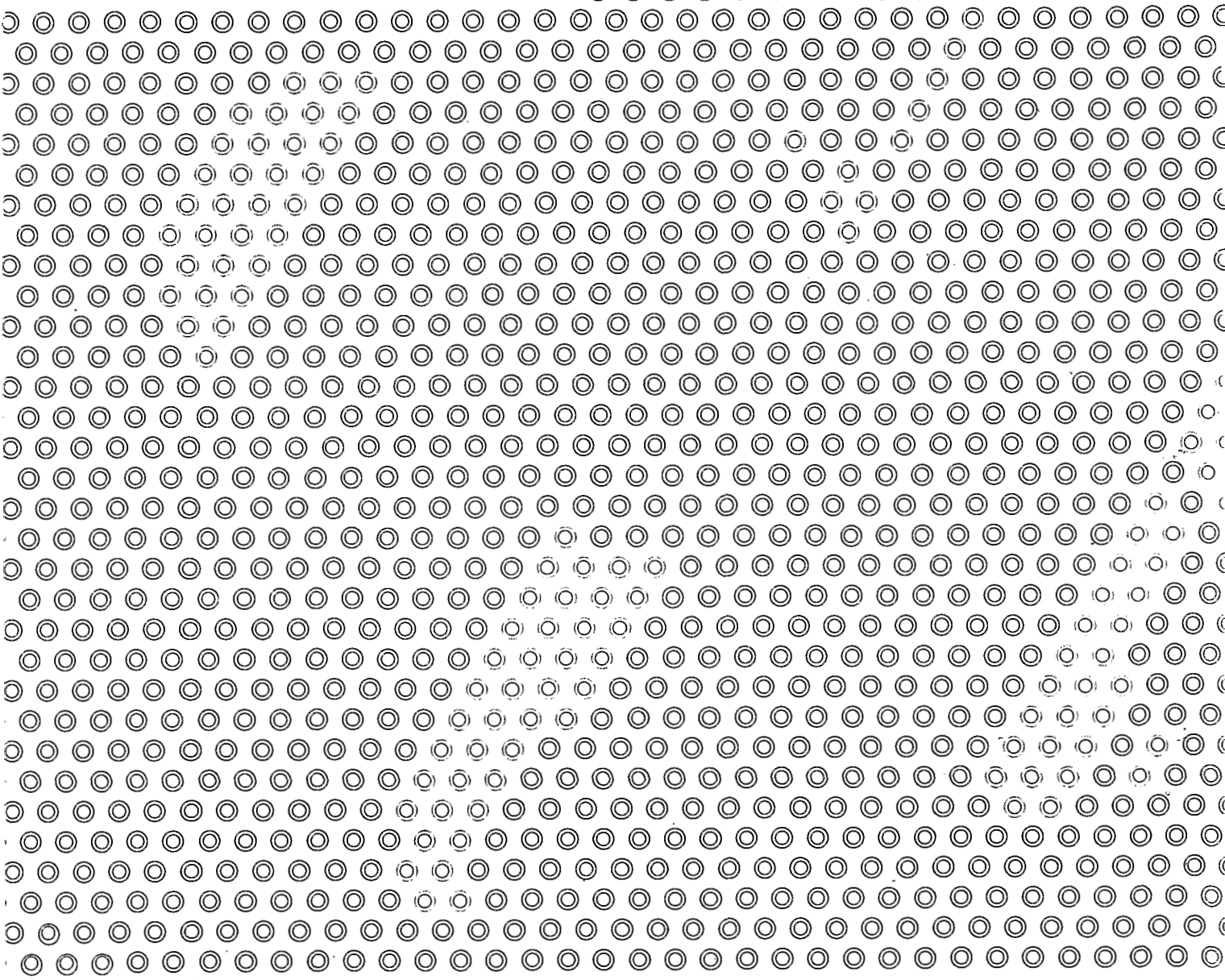
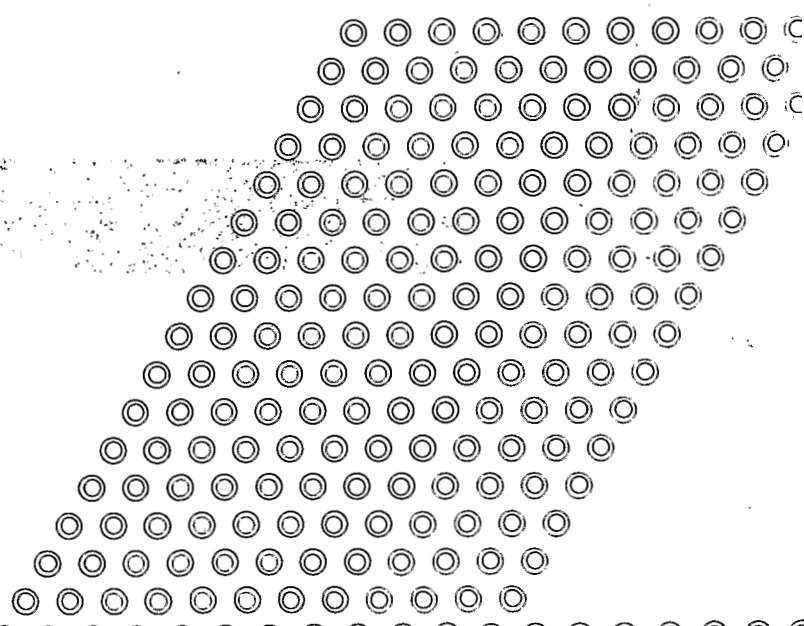


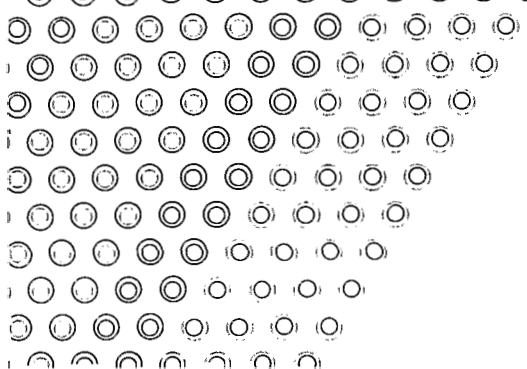


**LES DONNEES
ET LE TERRITOIRE**

**initiation
à la numérisation
pour la cartographie
statistique**



**Violette CABOS
Philippe WANIEZ**



ep pour numérisation

double

42 56991

3 F

1 C

1 M

LES DONNEES ET LE TERRITOIRE

initiation à la numérisation
pour la cartographie
statistique

Violette CABOS

CNRS, GIP RECLUS, Montpellier

Philippe WANIEZ

ORSTOM, Brasilia

avec la collaboration de

José da Silva MADEIRA NETTO

EMBRAPA, Brasilia

GIP
RECLUS



MAISON DE LA GEOGRAPHIE, MONTPELLIER

F 24814

CABOS (Violette), WANIEZ (Philippe), *Les données et le territoire: initiation à la numérisation pour la cartographie statistique*. Montpellier, G.I.P. RECLUS, 54 p., 58 fig.
ISBN 2-86912-015-4
© GIP RECLUS, Montpellier, 1987.

Ce fascicule a été rédigé par Violette Cabos, ingénieur cartographe CNRS au GIP RECLUS à Montpellier, et Philippe Waniez, géographe chargé de recherche à l'ORSTOM à Brasilia,

avec la collaboration de José da Silva Madeira Netto, chercheur à l'EMBRAPA, Brasilia,

dans le cadre de la Convention ORSTOM-EMBRAPA (projet SISECSO)

Direction: Roger Brunet

G.I.P. RECLUS, Maison de la Géographie, 17 rue Abbé de l'Épée,
34 000 Montpellier.
Tél. 67.72.46.10

0. Introduction.

La cartographie thématique, localise et représente les variations enregistrées dans un cadre géographique de phénomènes aussi divers que le climat, la population ou l'agriculture. Dans le domaine économique et social, on trouve de telles cartes depuis le début du XIX^{ème} siècle, alors que l'appareil de collecte de l'information statistique commençait à produire des données telles que la Statistique Générale de la France (SGF). Aujourd'hui, la cartographie statistique est un outil indispensable à tous ceux qui veulent mieux comprendre les réalités locales ou régionales, mieux appréhender les tendances des transformations en cours et, éventuellement tenter d'agir dans le cadre de l'aménagement du territoire. Ainsi, la cartographie thématique constitue une méthode complémentaire à l'analyse statistique à proprement parler, cherchant à décrire et à prouver les relations (de causalité ou bien de dépendance selon les cas) entretenues par divers phénomènes. C'est aussi un excellent moyen de communication de l'information, visuel et par conséquent plus directement utilisable par les décideurs. On ne s'étonnera donc pas de l'accroissement de la demande sociale, ni des succès de librairie comme l'Invention de la France ou les atlas stratégiques.

0.1. Banques de données et cartographie thématique.

La croissance du volume de données disponibles, consécutive à l'application des outils de gestion modernes à tous les domaines de l'activité humaine a été permise (et s'est accompagnée) par la constitution de gigantesques banques de données. L'information devient techniquement plus accessible (même si elle est parfois confisquée par les institutions qui la produisent), et donc plus facile à analyser. Par ailleurs, de nombreux progiciels d'analyse statistique toujours plus "conviviaux" facilitent grandement la pratique des traitements numériques et, depuis quelques années, cartographiques. Il est désormais possible à de petites équipes non spécialisées en informatique de maîtriser le processus d'analyse des données jusqu'au stade de cartographie thématique.

0.2. Un problème: la numérisation.

Cependant, un problème sérieux subsiste : celui de la numérisation des fonds de carte; il s'agit du stockage en ordinateur, donc sous forme chiffrée, de la localisation des objets devant par la suite être représentés avec leurs caractéristiques statistiques. L'objet principal de ce fascicule est de présenter une méthode extrêmement simple de numérisation de fond de carte pour la production de cartes statistiques à l'aide de progiciels diffusés dans le commerce.

0.3. Méthodes et programmes

Le fil conducteur de l'ouvrage est simple : il s'agit d'expliquer une méthode de numérisation, de présenter simplement l'analyse des fonctions à réaliser et d'explicitier les programmes écrits dans un langage BASIC très élémentaire, facilement accessibles à des néophytes. Le but de l'ensemble est de simplifier la pratique de la numérisation par les non-informaticiens.

Le premier chapitre rappelle les quelques principes de cartographie thématique qu'il faut avoir à l'esprit pour comprendre la suite de l'ouvrage. On y présente également rapidement les principaux outils de l'informatique graphique, numériseurs, terminaux et traceurs.

Le second chapitre pose directement la question de la numérisation : quelles cartes peut-on numériser, comment identifier les objets à numériser, comment fonctionne un numériseur.

Les chapitres suivants présentent deux programmes : POINGRAF pour la numérisation de points et CONTGRAF pour la description de contours de polygones. Dans ces deux cas, le même plan a été adopté: fonctions à réaliser, mise en oeuvre de la méthode, texte commenté du programme. Plutôt que de livrer d'ésotériques diagrammes d'analyse, on a préféré une présentation plus littéraire, s'appuyant sur un grand nombre d'illustrations.

0.4. Public.

Cet exposé élémentaire des techniques de numérisation pour la cartographie thématique s'adresse en particulier à tous ceux désirant produire rapidement de telles cartes, ce qui est le plus souvent le cas des bureaux d'études en aménagement et urbanisme ne pouvant que rarement se payer les services d'un informaticien spécialisé en informatique graphique.

Les étudiants de 3ème cycle en géographie et aménagement y trouveront l'exposé qui fait actuellement défaut dans la bibliographie sur le sujet. La cartographie thématique constitue pour eux un "plus", qu'ils ne peuvent raisonnablement pas ignorer, dans la recherche d'un premier emploi.

Enfin, en raison du lieu particulier de réalisation matérielle de ce travail, le Brésil, (la conception ayant été faite en France), ce fascicule s'adresse à tous nos collègues, chercheurs travaillant en coopération, pour leur donner les moyens de pratiquer effectivement la cartographie thématique pour le développement.

Nous tenons à remercier Jose Madeira da Silva Netto, responsable du Programme National de Recherche "Evaluation des Ressources

Naturelles et Socio-Economiques" à l'EMBRAPA (Brasilia) pour les moyens matériels qu'il a mis à notre disposition pour nous permettre de réaliser cet ouvrage. Que Patrick Séchet, ingénieur informaticien à l'ORSTOM, reçoive également l'expression de nos remerciements pour son aide à la mise au point de la version PC DOS.

0.5. Auteurs.

Violette Cabos est ingénieur cartographe au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Elle a collaboré aux travaux de l'Atlas Régional du Languedoc-Roussillon. A partir de 1985, elle a participé aux productions cartographiques de la Maison de la Géographie de Montpellier. Aujourd'hui, elle est associée aux travaux de Philippe Waniez, au Brésil.

Philippe Waniez est chargé de recherche à l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM). Géographe et sociologue, il a été responsable, durant cinq années, du développement du secteur informatique recherche au centre de calcul de l'Université Paris-X Nanterre. Depuis 1986, il met sur pied une banque de données socio-économiques (projet SISECSO) sur la "Région des Cerrados", au Brésil.

1. Cartographie thématique et informatique graphique.

Bien que l'objet de cet ouvrage ne soit pas de présenter dans le détail les méthodes de la cartographie thématique, il apparaît cependant utile d'en rappeler les principes élémentaires à partir desquels il sera facile d'exposer les techniques de numérisation. De même, une rapide exposition des principaux outils de l'informatique graphique permettra au lecteur de bien comprendre quelle est la place de la numérisation dans le processus de production de cartes statistiques.

1.1. Cartographie thématique.

Pour réaliser des cartes thématiques, il faut nécessairement disposer de deux types de documents : le fond de carte d'une part, les données statistiques d'autre part.

1.1.1. Fond de carte.

Le fond de carte localise dans l'espace géographique les objets sur lesquels les phénomènes étudiés sont mesurés. Ces objets peuvent avoir la forme de points, de lignes ou de polygones. Voici quelques exemples pour chaque cas de figure.

Les points peuvent être des stations météorologiques où seront mesurées les températures, les précipitations, les pressions atmosphériques. Il peut s'agir également de magasins dans une ville, caractérisés par le type de marchandise vendue, le chiffre d'affaire ou le nombre de vendeurs. Les points sont définis par leurs coordonnées dans un repère donné.

Les lignes figurent habituellement des réseaux, qu'il s'agisse de réseaux hydrographiques ou de communication. Ces lignes sont définies par les coordonnées de leur point de départ et d'arrivée.

Enfin, les polygones sont des sous-espaces représentant une partition de l'espace en objets souvent nommés unités spatiales. Il peut s'agir aussi bien des îlots composant une ville, que des départements constituant la trame administrative d'un pays, ou bien encore les limites des états sur le planisphère. Les polygones sont définis par

les coordonnées des sommets de leurs angles dans un repère donné, ainsi que par leur surface. Lorsque les unités spatiales ne sont pas des polygones (en ayant par exemple la forme d'une "patate"), il faut en simplifier les contours et les ramener à la forme d'un polygone assez simple: c'est la généralisation des contours. D'autres techniques, plus sophistiquées permettent d'éviter cette simplification.

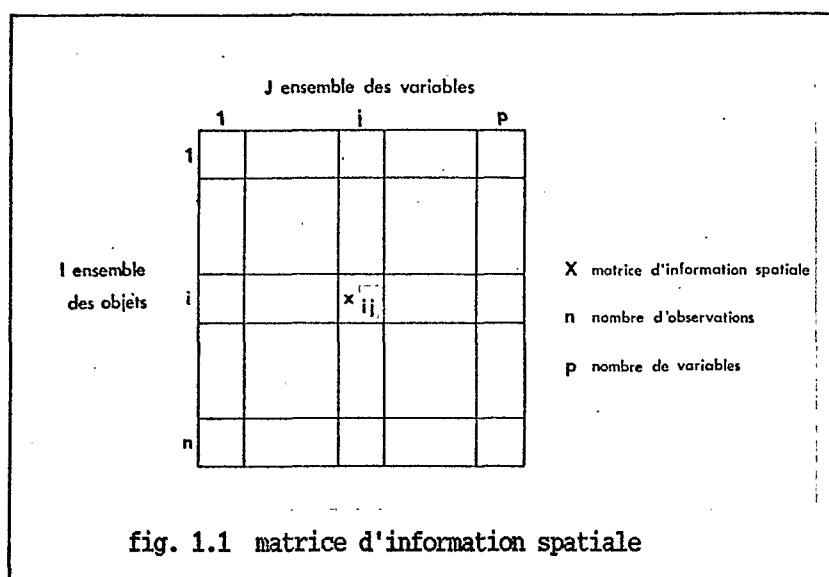
Le choix de l'échelle de la carte à partir de laquelle sera réalisé le fond de carte dépend en grande partie du type d'objets à représenter. En général, on préfère une échelle où les objets ne sont pas trop petits et peuvent être identifiés et localisés sans ambiguïté. Par exemple, le fond de carte de France par départements peut se contenter du 1/5 000 000 alors que pour représenter correctement les communes, il faut descendre jusqu'au 1/1 000 000. Il est rare que la carte d'origine puisse directement servir de fond de carte : il est préférable de l'extraire de la première et d'en faire un document spécifique à la cartographie thématique. Ce fond de carte doit renfermer les seuls éléments nécessaires à la cartographie statistique, c'est-à-dire les points, les lignes ou les polygones pour lesquels on dispose d'une information statistique.

1.1.2. Données statistiques.

La question de la mesure, à proprement parler, des phénomènes localisés dans l'espace ne sera pas examinée ici. On considère que l'information est accessible sous une forme ou sous une autre, par exemple dans des annuaires statistiques comme c'est souvent le cas en aménagement du territoire. De même que pour les fonds de cartes, il est presque toujours nécessaire d'extraire les données des documents de base pour constituer soit une matrice d'information spatiale, soit une matrice d'échanges spatiaux.

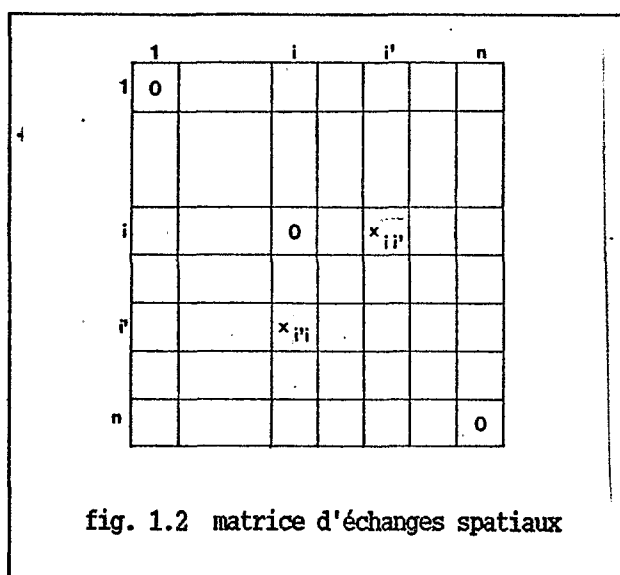
Les matrices d'information spatiale (fig. 1.1) sont des tableaux rectangulaires où figurent, en lignes, les éléments (en nombre n) de l'ensemble I des objets à représenter et, en colonnes, les éléments (en nombre p) de l'ensemble J des variables issues de la mesure des phénomènes. Ainsi, une matrice

d'information spatiale X se compose de n lignes, de p colonnes et renferme donc un nombre $(n) \times (p)$ de cases. On note x_{ij} la valeur prise par la variable j sur l'objet i .



Les matrices d'échanges spatiaux sont des tableaux carrés dont les lignes, mais également les colonnes sont les objets à représenter. Si I est l'ensemble des n objets, la matrice d'échanges est composée de $(n) \times (n)$ cases; x_{ij} est la valeur de l'échange parti de i et arrivé en i' . Dans la majorité des cas $x_{ij} \neq x_{i'j}$ (fig. 1.2), c'est-à-dire que ce qui est parti de i pour aller en i' est

différent de ce qui est parti de i' pour arriver en i (par exemple, le nombre de voitures partant d'une ville A vers une autre ville B n'est pas le même que celui partant de B pour A). Souvent, on considère également qu'il n'y a pas d'échange à l'intérieur de l'objet i (par exemple, la circulation interne à une ville est considérée comme un phénomène très différent de la circulation entre les villes).



Se pose maintenant la question de la signification du contenu des cases de ces matrices, c'est-à-dire des échelles utilisées pour mesurer les phénomènes. On en distingue quatre. La plus rudimentaire, l'échelle nominale, représente un phénomène par une modalité, une qualité excluant en général les autres; l'échelle binaire est un cas particulier, à deux modalités seulement (souvent présence/absence d'une qualité). L'échelle ordinale est établie quand les modalités sont représentées par leur rang, dans l'ordre croissant ou décroissant de leurs valeurs; la représentation numérique des rangs fait appel à l'ensemble des nombres entiers privé du zéro. L'échelle d'intervalle, ne comportant pas de zéro naturel, permet de calculer une valeur exprimant la différence numérique entre deux observations; mais en général, on préfère utiliser une échelle de rapport exprimant toutes les différences de mesure dans la même unité.

1.1.3. Analyse d'un exemple: Evolution démographique et population urbaine du Mato Grosso (Brésil).

Dans le cadre d'une convention de recherche Brésil/France, s'est posée la question des transformations démographiques dans l'état du Mato Grosso, plus précisément dans sa partie orientale (fig. 1.3). Les données sont relevées sur les 48 municipios, l'unité de recensement la plus significative du Brésil. La figure 1.4 présente le tableau des données. La première colonne donne le nom des municipios (1), la seconde l'identifiant (2) de chacun d'entre-eux, figurant également sur la carte du découpage municipal du Mato Grosso oriental (fig. 1.5, on a également fait figurer sur cette carte les chefs-lieux, les



fig. 1.3 Mato Grosso au Brésil

sièges des municipios). Suivent les données brutes, relevées dans les annuaires statistiques publiés par l'Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): la population totale en 1970 (3) et en 1980 (4), la population urbaine en 1980 (5). A partir d'elles, deux indicateurs ont été calculés: le taux de variation de la population totale entre 1970 et 1980 (6) d'une part, et la proportion représentée par la population urbaine dans la population totale (7). A partir de ces indicateurs, deux cartes ont pu être réalisées: une carte choroplèthe visualisant le taux de variation de la population totale, et une carte ponctuelle de la population urbaine avec l'indication de sa part dans la population totale.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Acorizal	001	8888	8911	2779	0.3	31.2
Agua Boa	018A	931	4182	777	349.2	18.6
Alto Paraguaia	003	7971	11969	7584	50.3	63.3
Tesouro	081	5943	3868	2330	-34.9	60.2
Torixoreu	082	6508	8228	2269	26.4	27.7
Varzea Grande	084	18305	78001	74603	326.1	95.6

fig. 1.4 données de population du Mato Grosso Oriental

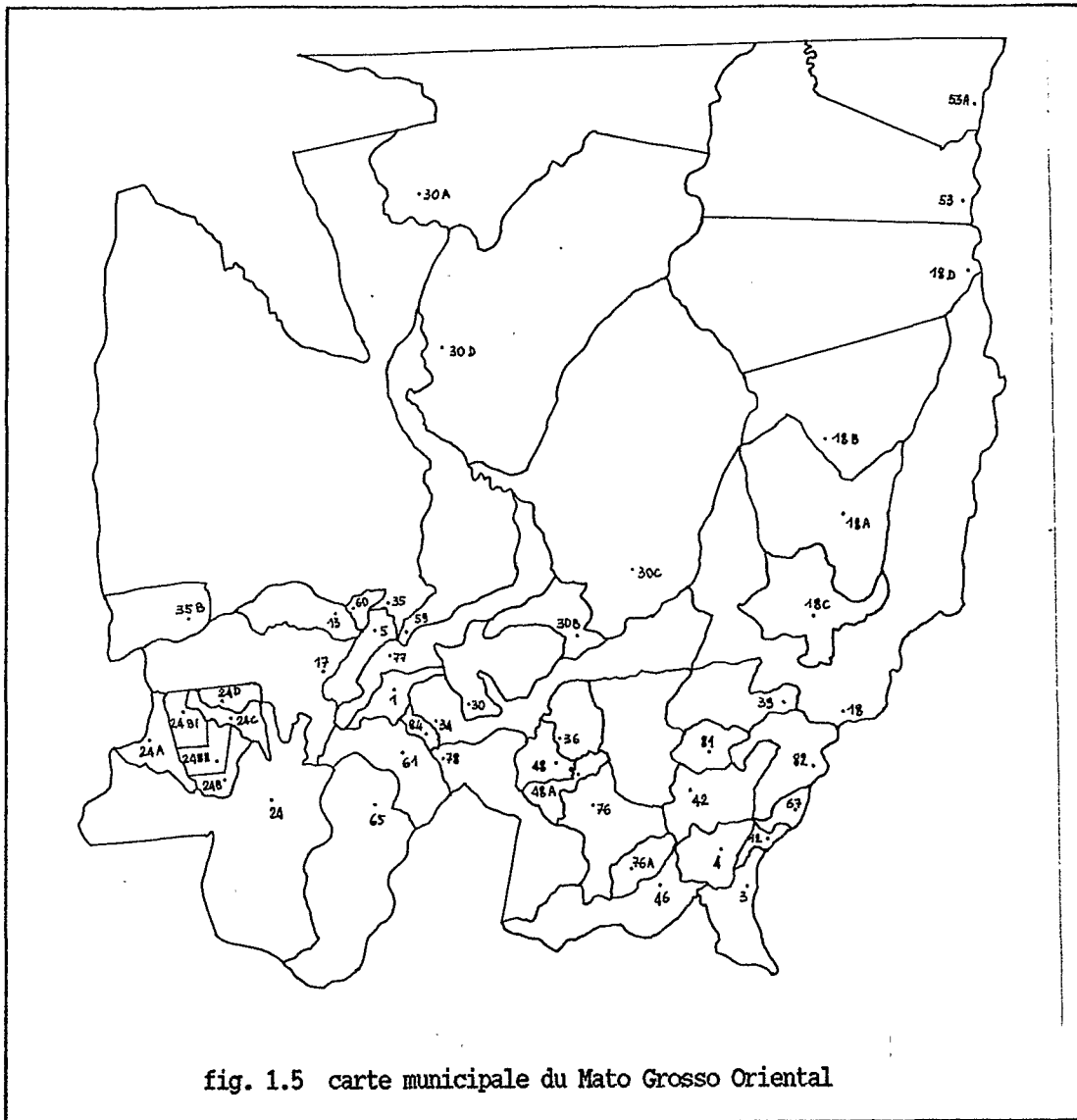


fig. 1.5 carte municipale du Mato Grosso Oriental

1.1.3.1. Variation de la population totale.

La représentation de valeurs relatives comme des taux de variation fait appel à la cartographie choroplèthe. De telles cartes sont constituées par une composante géographique zonale (le fond de carte) et une composante quantitative implantée sur chaque zone. Les variations de valeurs de la variable à représenter sont matérialisées par des trames de densités variant du très clair au très foncé, en une seule couleur. L'œil humain ne pouvant pas différencier de petites variations de densité, il est nécessaire de transformer l'échelle de rapport en échelle ordinale, en découpant la variable en classes. La figure 1.6 représente le diagramme à bâtons de la distribution statistique des taux de variation de la population. Pour découper l'étendue en classes, on aurait pu

utiliser des techniques statistiques élémentaires (partition selon des quantiles, selon les paramètres de la distribution...); ici, pour la clarté de l'exposé, on a préféré placer des seuils en fonction de ruptures dans la distribution, ici à 40% (soit la première classe comprise entre -35% et 40%), puis à 100% (soit la seconde classe comprise entre 40% et 100%), puis à 200% (soit la troisième classe comprise entre 100% et 200%); la dernière classe est comprise entre 200% et 27073% (cas exceptionnel du municipio de Colider). La carte ainsi obtenue (fig. 1.7) montre très clairement une dissymétrie nord/sud différenciant les municipios de peuplement déjà ancien, en général petits en superficie, mais assez peuplés, des municipios accueillant de nombreux pionniers, peu peuplés en 1970 et en pleine expansion démographique depuis dix ans.

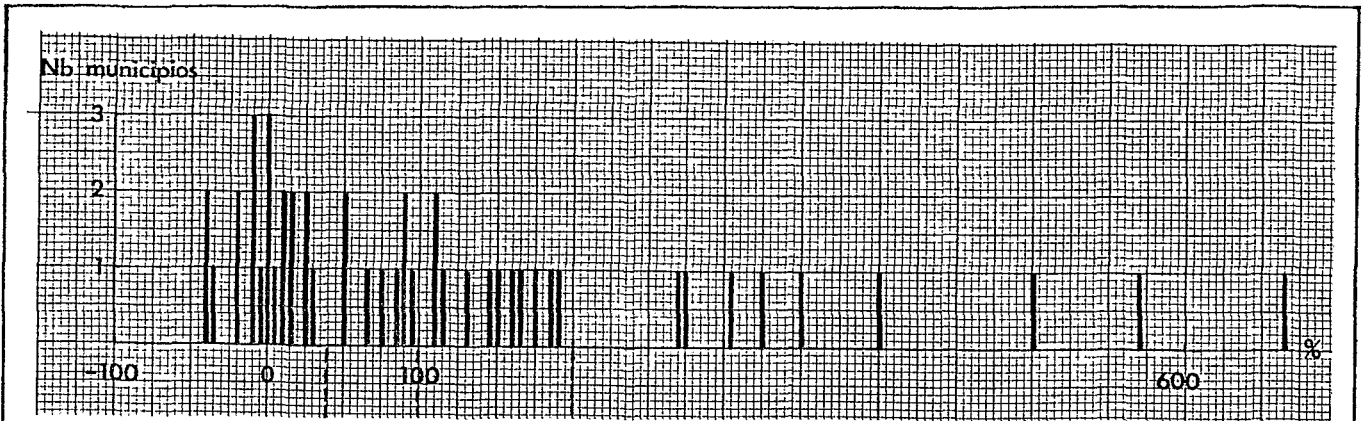


fig. 1.6 diagramme à bâtons du taux de variation de la population

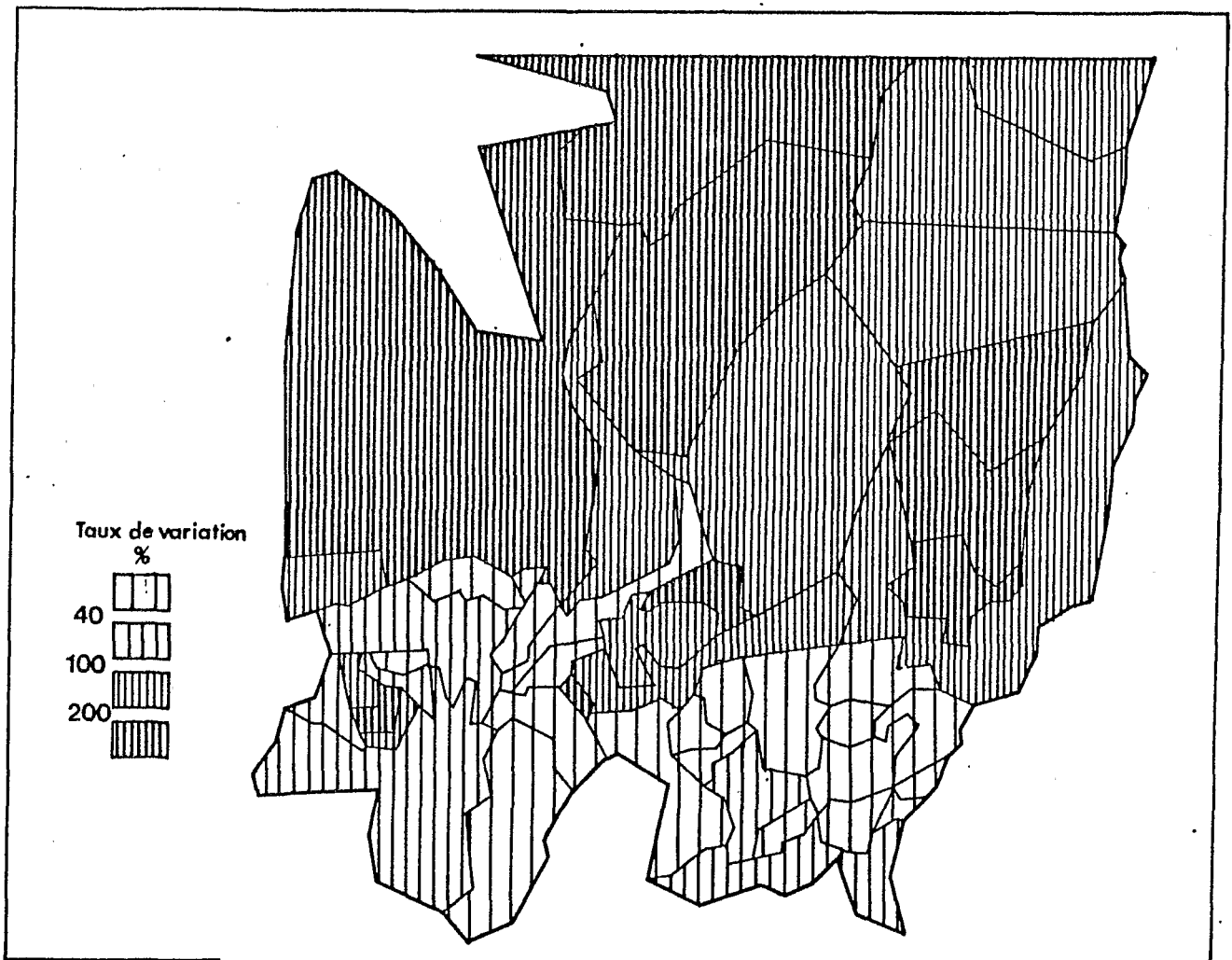


fig. 1.7 carte du taux de variation de la population du Mato Grosso

1.1.3.2. Population urbaine.

Dans le cas de la population urbaine, il faut représenter à la fois le nombre d'habitants dans les villes et leur proportion dans la population totale du municipio. Pour figurer la population (une quantité), on utilise la technique du symbole géométrique (carré, cercle...) de surface proportionnelle au nombre d'habitants. Par contre, en ce qui concerne la part de la population urbaine, on procède comme précédemment avec des trames de densité croissante. Ainsi, deux découpages en classes sont nécessaires, un pour chacune des variables. Les figures 1.8 et 1.9 sont les diagrammes à bâtons respectivement de la population urbaine et de sa part dans la population totale. Le premier, réalise sur une échelle logarithmique (pour chaque nombre d'habitants, on calcule son logarithme afin de réduire l'étendue du graphique) permet de définir huit classes de population : moins de 1000 habitants, de 1000 à 2000, de 2000 à 3000, de 3000 à 7000, de 7000 à 10000, de

10000 à 15000, de 30000 à 75000 et une ville isolée, la capitale d'Etat, Cuiaba avec ses 203000 habitants. En cartographie classique chaque population étant représentée par un cercle dont la surface lui est proportionnelle, on procède aux calculs de la figure 1.10 dont voici le détail : (1) Définition des classes de population urbaine à l'aide de la figure 1.8. (2) Nombre de municipios par classe. (3) Population urbaine totale dans chaque classe. (4) Population urbaine moyenne; rapport (3)/(2). (5) Proportionnalité des moyennes; rapport (4)/minimum de (4). (6) Rapport des rayons des cercles; racine carrée de (5)/3.14. (7) Rayons des cercles, le plus petit étant d'un millimètre; rapport (6)/minimum de (6). (8) Diamètres des cercles; (6) x 2. (9) Diamètres des cercles arrondis à l'unité.

En ce qui concerne la part de la population urbaine dans la population totale, on a choisi les quatre classes suivantes, à partir de la courbe de fréquence (fig. 1.9) : moins de 40%, de 40% à 55%, de 55% à 70% et plus de 70%.

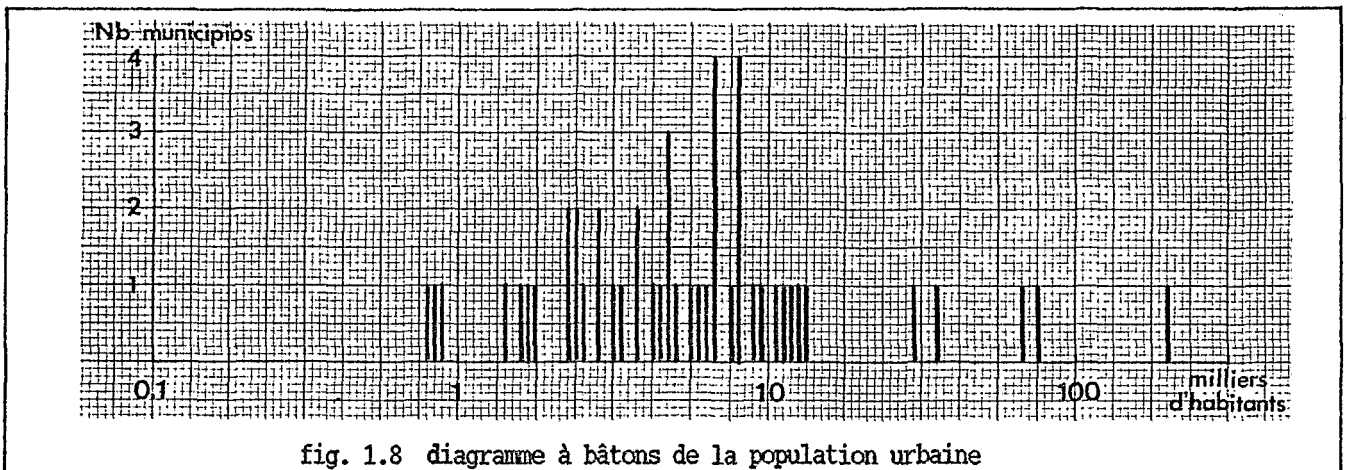


fig. 1.8 diagramme à bâtons de la population urbaine

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
- de 1000	3	2505	835	1	0.57	1	2	2
1000- 2000	4	6430	1607	1.92	0.78	1.36	2.72	3
2000- 3000	11	31583	2871	3.44	1.04	1.82	3.64	4
3000- 7000	13	73599	5661	6.78	1.47	2.58	5.16	5
7000-10000	7	58043	8291	9.93	1.78	3.12	6.24	6
10000-15000	5	60983	12196	14.61	2.16	3.79	7.58	8
30000-75000	4	207612	51903	62.16	4.45	7.80	15.60	15
203000	1	203686	203686	243.94	8.80	15.40	30.80	31

fig. 1.10 feuille de calcul des diamètres des cercles

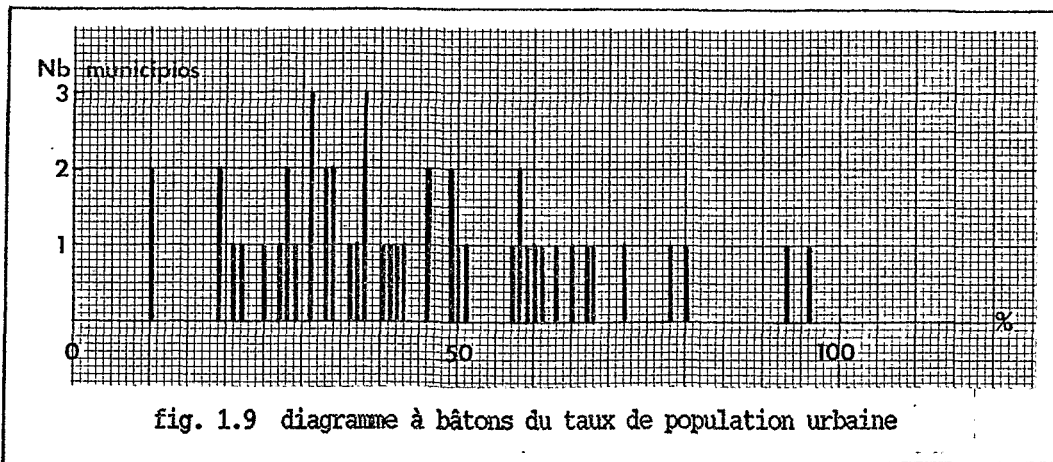


fig. 1.9 diagramme à bâtons du taux de population urbaine

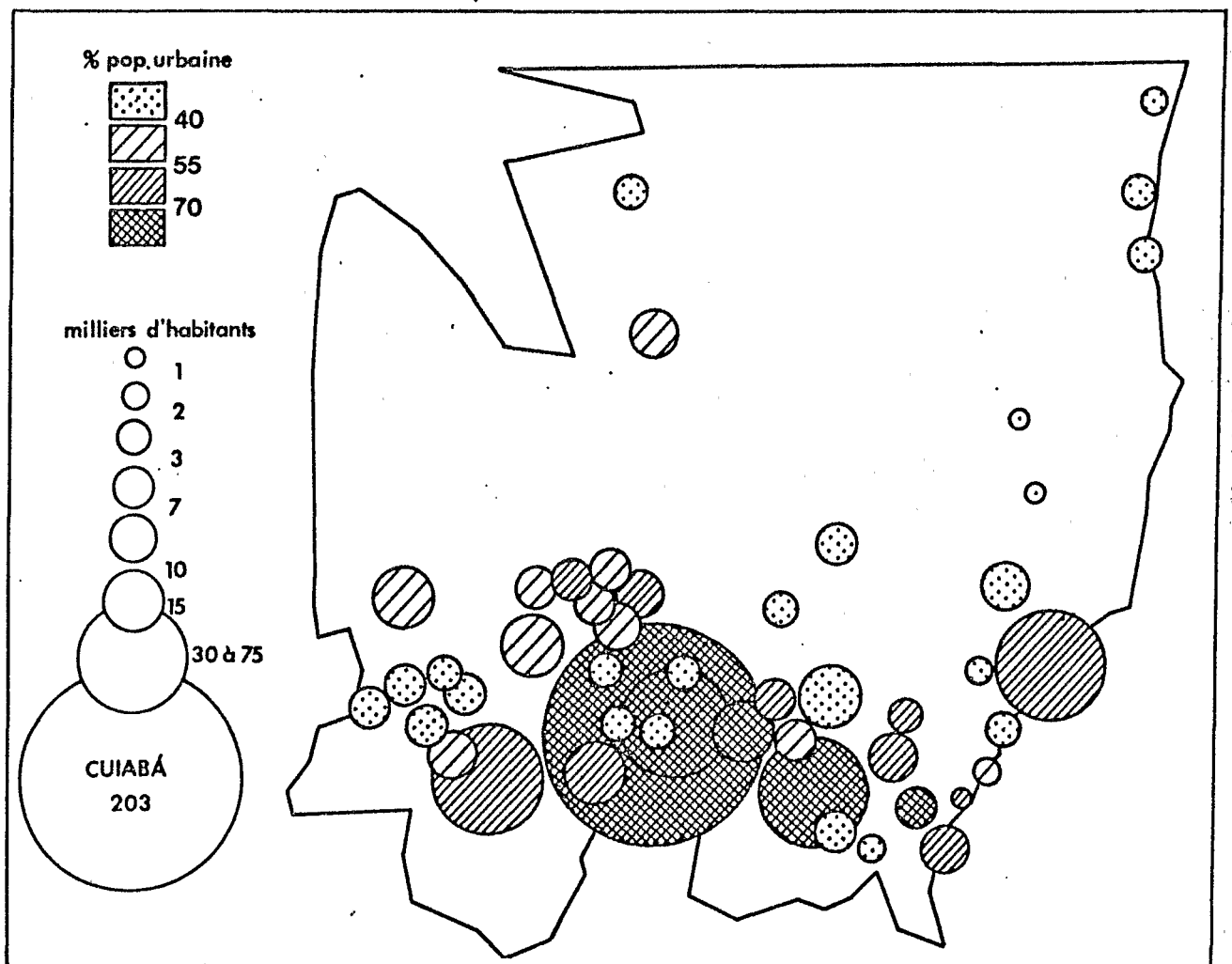
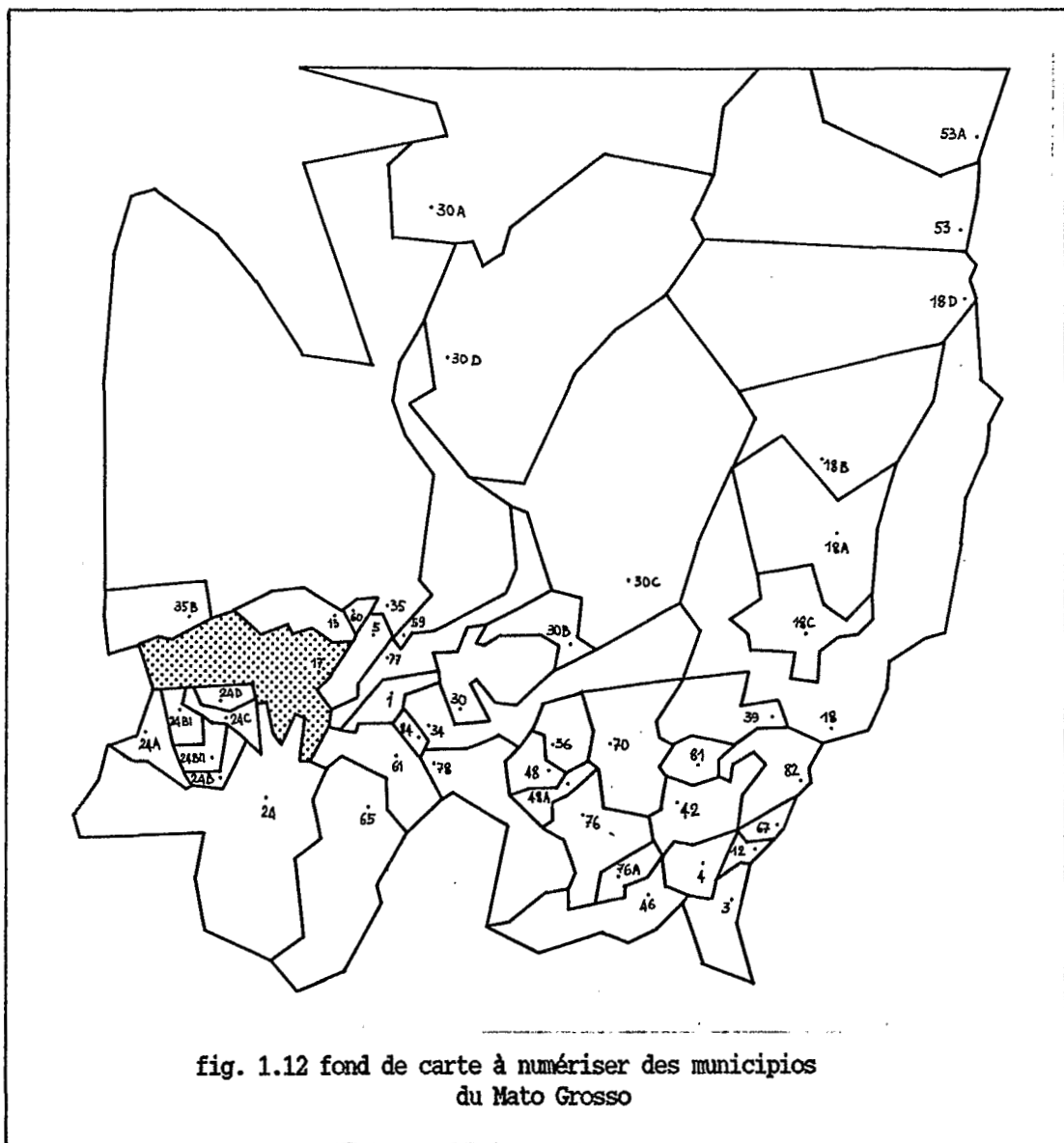


fig. 1.11 carte de la population urbaine du Mato Grosso

Pour réaliser la carte, il faut procéder en deux étapes; tout d'abord, il est nécessaire de tracer les cercles en localisant les centres aux coordonnées des sièges des municipios, le diamètre étant égal à celui de la classe de population urbaine. Puis, on place dans chaque cercle une trame de densité égale à la classe de proportion de population urbaine dans la population totale. La carte ainsi obtenue (fig. 1.11) est une carte

punctuelle montrant que la population urbaine est concentrée au centre-sud de l'Etat du Mato Grosso. Mise en relation avec la carte du taux de variation de la population, on voit que la croissance démographique se produit dans les municipios les moins urbains, ce qui permet de poser quelques hypothèses relatives à la progression du front pionnier dans le Mato Grosso Oriental.



1.1.3.3. Objets à numériser.

La réalisation manuelle des deux cartes a nécessité plusieurs heures de travail; pourtant, il est possible de produire les mêmes documents, directement par ordinateur, en quelques minutes et cela très simplement. L'automatisation de la production de cartes statistiques est conditionnée par l'existence de trois fichiers informatisés : les données statistiques, la numérisation des contours des unités spatiales et la numérisation des chefs-lieux. Les chapitres numéro 3 et 4 montreront comment procéder pour créer ces deux derniers types de fichiers. Pour l'instant, notons que le fond de carte à numériser doit représenter très précisément les objets à numériser (fig. 1.12), c'est-à-dire les contours généralisés des unités spatiales (ici, des municipios) clairement identifiés, ceci afin de pouvoir tracer la carte. D'autre part, ce même fond de carte doit aussi montrer les localisations des sièges des municipios afin de permettre la réalisation de cartes ponctuelles.

1.2. Périphériques graphiques.

Les périphériques graphiques sont des organes d'entrée/sortie de documents graphiques. Les numériseurs (ou digitaliseurs) forment aujourd'hui la principale famille d'unités d'entrée, bien qu'il en existe d'autres comme les analyseurs d'image (scanners) ou bien encore les caméras numériques. Les unités de sortie sont composées de deux familles très distinctes. D'une part, les terminaux vidéo-graphiques assurent l'affichage temporaire des images; d'autre part, les machines à dessiner permettent de conserver la sortie graphique sur un support matériel, papier ou film.

1.2.1. Numériseurs.

Les numériseurs transforment une localisation dans un plan en un couple de coordonnées transmises directement à un ordinateur pouvant ainsi les enregistrer dans un fichier.

Une table forme la surface matérielle de numérisation au dessous de laquelle un circuit électronique constitue la surface sensible. Deux technologies différentes ont été adoptées selon les constructeurs. Les tables

résistantes, les moins chères du marché sont formées de deux feuilles superposées de matériaux, l'un conducteur, l'autre résistant; le relevé des coordonnées est provoqué par la différence de potentiel provoquée par la pression d'un stylet à la surface de la table, différence proportionnelle à la distance du point aux bords. Les tables électromagnétiques, plus répandues, sont formées de deux circuits composés de lignes parallèles et superposés perpendiculairement. Un stylet placé sur la table permet de localiser les coordonnées. Les critères de choix entre ces types de matériels sont le prix, la résolution et la vitesse. Les tables électromagnétiques sont plus chères et plus rapides que les tables résistantes; elles ont aussi une meilleure résolution.

Le stylet qui permet d'indiquer une position sur la table peut être un simple pointeur, ou bien une loupe dotée d'une cible facilitant le repérage des points. Ce stylet est souvent muni de touches additionnelles (de 4 à 16) permettant de transmettre des instructions au programme de numérisation sans avoir à recourir au clavier de l'ordinateur. Il arrive que les stylets soient encrés, laissant ainsi une trace sur le document numérisé, ce qui est très pratique pour certaines applications.

Enfin, un contrôleur capte les signaux électroniques transmis par la table et le stylet, et interprète la localisation sous forme numérique (c'est une transformation analogique/numérique). Ce contrôleur permet également de choisir le mode de numérisation, point par point, ou en continu à une cadence variable; avec cette seconde méthode, le nombre de coordonnées enregistrées peut atteindre 200 par seconde, à condition que la technique de connexion de la table le permette et que la capacité de stockage de l'ordinateur soit suffisante.

La première partie de la figure 1.13 "les digitaliseurs" présente les caractéristiques des numériseurs fabriqués par la société française Benson. Deux formats normalisés sont proposés (A0 et A2). Notons que la précision est le rapport entre les coordonnées transmises et les coordonnées réelles (+ 0.15 mm chez Benson); la résolution est la longueur minimale discernable séparant deux points consécutifs (ici + 0.02 mm).

Les digitaliseurs

Modèles	6201	6221
Caractéristiques communes	Précision $\pm 0,15$ mm avec loupe. Résolution $\pm 0,02$ mm. Interface série asynchrone (vitesses de 50 à 9600 bauds). Interface parallèle IEC (IEEE 488) (option). Codage des informations au choix ASCII, EBCDIC, ou code demandé par l'utilisateur.	
Caractéristiques spécifiques	120 x 84 cm	60 x 42 cm
Surface de travail	Format A0	Format A2

Les machines à dessiner électromécaniques

MACHINES A DESSINER	A ROULEAUX													A TAMBOUR	PLATES				
	32 cm				73 cm				93 cm					84 cm	120 x 84 cm	150 x 84 cm	120 x 84 cm	150 x 84 cm	168 x 116,8 cm
Modèle	1102	1112	1122	1132	1202	1212	1222	1232	1302	1312	1322	1332	1342	5342	2222	2322	2222 HV	2322 HV	2532
Résolution électronique en micron	50	50	6,25	6,25	50	50	6,25	6,25	50	50	6,25	6,25	6,25	12,5	50/128	50/128	100/128	100/128	3,125
Vitesse axiale en cm/s	5	9	15	25	5	9	15	25	5	9	15	25	80	80 (65, 30, 20)	7,5	7,5	15	15	30
Nombre de plumes	1	1	3	3	1	1	3	3	1	1	3	3	4	4	4	4	4	4	4
Options																			
3 plumes	X	X			X	X			X	X									
4 plumes			X	X			X	X			X	X							
Rouleau réducteur			X	X			X	X			X	X	X						
Rouleau compensateur			X	X			X	X			X	X							
Rouleau récepteur à picots							X	X			X	X							
Longueur du rouleau de papier	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	Feuille format A0	Format A0		Format A0		Format 2 A0

Les machines à dessiner électrostatiques

Modèle	9111	9211	9115	9215	9122	9322	9424	9336	9436	9344	9444
Largeur du papier (cm)	28	28	38	38	56	56	61	92	92	112	112
Tête d'écriture	Biscan	Biscan	Biscan	Biscan	Biscan	Quadrascan	Quadrascan métrique	Quadrascan	Quadrascan métrique	Quadrascan	Quadrascan métrique
Résolution (points par cm)	40	80	40	80	40	79	100	79	100	79	100
Vitesse maximale de tracé (cm/s)	10	5	9,5	3,8	7	3,8	2,5	2,5	1,3	1,5	0,9
Dimension des stylets (mm)	0,25	0,13	0,25	0,13	0,25	0,23	0,16	0,23	0,16	0,23	0,16
Espacement des stylets (mm)	0,25	0,13	0,25	0,13	0,25	0,13	0,10	0,13	0,10	0,13	0,10
Nombre de stylets	1056	2112	1408	2816	2112	4224	5952	7040	8960	8640	10880
Largeur d'écriture (cm)	27	27	36	36	54	54	59	89	89	109	108
Vitesse en mode imprimante (lignes/mn)	2000	1000	1600	800	1450	560	475	370	238	280	160
Nombre de colonnes par ligne	132	132	141	141	211	264	372	440	560	540	680
Matrice de caractères (points)	7 x 11	14 x 22	7 x 11	14 x 22	7 x 11	14 x 22	14 x 22	14 x 22	14 x 22	14 x 22	14 x 22
Jeu de caractères	123 ASCII	123 ASCII	123 ASCII	123 ASCII	123 ASCII	123 ASCII	123 ASCII	123 ASCII	123 ASCII	123 ASCII	123 ASCII
Police	Gothique	Romane	Gothique	Romane	Gothique	Gothique	Gothique	Gothique	Gothique	Gothique	Gothique
Précision	$\pm 0,2\%$	$\pm 0,2\%$	$\pm 0,2\%$	$\pm 0,2\%$	$\pm 0,2\%$	$\pm 0,2\%$	$\pm 0,2\%$	$\pm 0,2\%$	$\pm 0,2\%$	$\pm 0,2\%$	$\pm 0,2\%$

fig. 1.13 gamme infographique Benson

1.2.2. Terminaux graphiques.

Le marché des terminaux graphiques est très vaste comme en donne une petite idée la figure 1.14; elle présente les caractéristiques des principaux modèles fabriqués en France et à l'étranger. Ces terminaux sont caractérisés en premier lieu par la définition de l'écran, comprise habituellement entre 512 x 256 points et jusqu'à 2048 x 2048 points pour les graphiques en très haute résolution. Une définition de 1024 x 1024 points est déjà très élevée et amplement suffisante pour les travaux de cartographie thématique. Une autre caractéristique très importante est la couleur. On trouve chez les constructeurs des

terminaux monochromes et à 8 ou 16 couleurs. Le plus souvent, il est possible de choisir 8 couleurs parmi un très grand nombre, composées à partir soit du rouge, du vert et du bleu, soit du jaune, du cyan et du magenta. Un troisième critère de choix est la taille de l'écran variant entre 10 et 21 pouces. La vitesse de transmission du tracé conditionne largement la "convivialité" du travail sur le terminal : 9600 bauds constituent une vitesse en dessous de laquelle le dessin par ordinateur devient fastidieux (et encore faut-il que l'ordinateur sur lequel le terminal est connecté soit assez puissant).

Les constructeurs français et étrangers de terminaux graphiques

Constructeur	Modèle	Définition	Interface	Vitesse	Taille Ecran (pouces)	Couleurs
Adage	4250	2 048 x 2 048	—	—	21	monochrome
Advanced Electronics	AED 512	512 x 1 024	RS 232C/BC20 mA	300 à 19 200 bds	11 x 17	8
	AED 767	768 x 575	RS 232C	300 à 19 200 bds	14/19	8
Assigraph	Avisa	1 024 x 768	—	—	—	16
	5216	1 024 x 1 024	RS 232 C	—	10 x 15	8
Aydin	5217/5217 CT	—	RS 232C	300 à 19 200 bds	13	8
	—	—	—	—	—	—
BBN Computer	Bitgraph	1 024 x 768	EIA RS 232C/BC 20 mA	—	15	monochrome
C. Itoh Electronics	CIT 414	640 x 480	EIA RS 232C	—	12	monochrome
Calcomp	Graphic 7	—	série II	—	21/23	8
	Vitagraphic 3000/4000	1 024 x 1 024	RS 232C	110 à 19 200 bds	19	8
Chromatics	4100/4200/4300	1 024 x 768	RS 232C	110 à 19 200 bds	13	8/16
	CG	512 x 512	//RS 232C	—	13/15/19	8
CIT Alcatel	TRIM	512 x 512	—	—	—	8
CSEE	Asigraph 2080	—	RS 170	19 200 bds max.	19	8
Cubicomp	CS-5	512 x 512	RS 232C	—	13/19	8
Datagraph	VTC 8001	512 x 256	RS 232C V24 TTY	75 à 19 200 bds	14	8/16
Digital Equipment	VT 125	768 x 240	BC 20 mA	—	12	8
Envision	230	640 x 408	EIA RS 232C	110 à 19 200 bds	13	16
Evans Sutherland	Picture System II	4 906 x 4 096	—	—	10/16/21	monochrome
Fujitsu	Facom 9430	1 024 x 1 024	RS 232C/BC 20 mA	200 à 19 200 bds	14/20	7
Gixi	Radiance 320	640 x 488	RS 232C	110 à 19 200 bds	20	8
Graphic Data Products	GDP 500	512 x 512	RS 232C	50 à 19 200 bds	14/19	8
Hewlett-Packard	HP 2627A	512 x 390	RS 232C	110 à 600 bds	10.4	8
	—	—	—	—	—	—
HMW	9701	—	RS 232C/BC 20 mA	—	13	8
ID Systems Corp.	ID 100 V	512 x 256	RS 232C	50 à 19 200 bds	12	8
Intelligent Systems	8000	480 x 384	RS 232C	110 à 9 600 vds	13/19/25	8
Jupiter	Jupiter 7	768 x 575	—	—	14/17	16
Lexidata	2400/2410	1 280 x 1 024	RS 232C	19.2 kbds	19	16
Lundy	S5484/S5688	1 536 x 1 024	V24 (RS 22C)/BC 20 mA	19 200 bds max.	19	16
	T5688/T5684	1 536 x 1 024	RS 232C/BC 20 mA	19 200 bds max.	14	16
Magnavox	Orion 60	512 x 512	RS 232C	—	—	monochrome
Megatek Corp.	Whizzard 1650	640 x 480	RS 232C	19 200 bds max.	19	16
Nippon Computer	NJC-C1421	1 024 x 780	RS 232C	110 à 9 600 bds	14	16
Phylec	UTC 2000	512 x 512	EIA RS 232C	110 à 9 600 bds	38 cm	16
Ramtek	6211	640 x 480/512	RS 232C	—	13	16
Secapa	1096	1 024 x 780	—	—	15	16
Sepsi	Imlag série II	2 048 x 2 048	RS 232	300 à 19 200 bds	19	monochrome
Sigma	5000	—	—	—	—	oui
TAB	TAB 132/15-6	512 x 384	RS 232C	—	15	monochrome
Tektronix	4105	480 x 360	EIA RS 232C	38 400 bds amx.	33 cm	8
	4109	640 x 480	RS 232C	19 200 bds max.	48 cm	16
Telpar	IT 802C	160 x 192	RS 232C/BC 20 mA	110 à 9 600 bds	19	8
Westward	1015/2015	1 024 x 768	RS 232C/BC	9 600 bds	15	monochrome
	C2014	512 x 392	RS 232C/BC	50 à 9 600 bds	37 cm	16

fig. 1.14 terminaux graphiques

1.2.3. Traceurs électromécaniques.

Les traceurs électromécaniques sont particulièrement adaptés aux tracés vectoriels composés d'éléments graphiques de base : arcs de cercles, segments de droites, remplissage de zones (trames). On distingue trois types différents. Les traceurs à rouleaux exécutent des dessins par défilement du papier et déplacement perpendiculaire d'un chariot portant les plumes : cette technique permet des tracés très longs (plusieurs dizaines de mètres) sur des largeurs n'atteignant pas le mètre, à des vitesses relativement lentes. Dans les traceurs à tambour, la feuille de papier est enroulée sur un tambour pouvant tourner dans les deux sens pendant que le chariot porte-plumes se déplace parallèlement à l'axe du tambour. Cette technique réalise, à très haute vitesse et très haute résolution des tracés au format maximum A0. Dans le dernier cas, celui des tables traçantes, le support du dessin est fixe, alors que le porte-plumes peut se déplacer sur la totalité du plan. La figure 1.14 indique les caractéristiques de la gamme Benson. Notons enfin que le nombre de plumes (le plus souvent 3 ou 4) détermine la possibilité de faire simplement des tracés en couleur.

1.2.4. Traceurs électrostatiques.

Apparus dans les années 1960, leur technologie est basée sur le tracé de points. Une tête d'impression fixe, composée de rangées d'aiguilles (jusqu'à 20000) adresse des charges électrostatiques à l'endroit où un point doit être tracé. Le papier défile ligne par ligne sous la tête et passe ensuite dans un bain fixant des particules de carbone sur les points chargés électriquement. Deux séries d'incidents peuvent se produire : les tracés peuvent être masqués lorsque la résolution demandée est supérieure à celle du traceur; d'autre part, il arrive que des barres grises apparaissent lorsque le traceur s'arrête en cours de dessin. La qualité du résultat final est en grande partie fonction du nombre et de la position des aiguilles sur la tête d'impression. La tête quadrascan de Benson donne d'excellents résultats. La

figure 1.14 indique les caractéristiques des traceurs électrostatiques Benson. Notons que la majorité de ces traceurs n'offrent pas la couleur, mais la société Versatec propose depuis peu la couleur.

1.2.5. Traceurs à jet d'encre.

Les traceurs à jet d'encre sont des unités de haute précision. Il s'agit du développement de la technologie des imprimantes ligne à ligne dans lesquelles l'encre est transférée sur le papier par l'intermédiaire d'une tête d'écriture. Dans ce cas, l'encre est transférée sur le papier par un diaphragme et une buse pouvant envoyer une goutte d'encre à un point précis du papier, à haute vitesse. Ces traceurs sont particulièrement indiqués pour produire des à-plats de couleurs. Les qualités d'impression sont très variables d'un matériel à l'autre; il s'agit d'une technologie en évolution rapide.

1.2.6. Point de vue sur le choix d'une configuration.

En raison de la multiplicité des matériels et de la rapide évolution du marché, il est extrêmement difficile de proposer une configuration pour la production de cartes statistiques. Cependant, l'expérience permet de dégager quelques constantes. Tout d'abord, la cartographie nécessite d'importantes capacités de stockage : 10 à 20 millions de caractères sur disque sont en général nécessaires pour entreprendre un travail sérieux de collecte et d'entrée des données en ordinateur. En second lieu, réaliser des cartes nécessite des ressources centrales volumineuses, de l'ordre de 500 Koctets sur micro-ordinateur. En ce qui concerne les périphériques graphiques, un numériseur au format A0 est presque toujours indispensable, mais une résolution de l'ordre du dixième de millimètre est suffisante. Un écran graphique à faible définition (512 x 256 points) est en général satisfaisant pour visualiser une carte et prendre conscience de son allure générale. Enfin, un traceur à rouleau du type Benson 1222 fait bien l'affaire avec une largeur de 73 cm et trois plumes.

2. Pratique de la numérisation.

2.1. Préparation du fond de carte.

Dans le cas qui nous intéresse ici, le document à numériser est une carte qu'on désire transformer en une série de coordonnées permettant ensuite sa restitution sur un traceur. Pour réaliser ce travail, il est nécessaire d'identifier sans ambiguïté les objets ou les parties de ces objets pour lesquels on prélèvera les coordonnées. Ceci pose directement la question de la préparation du fond de carte pour sa numérisation.

2.1.1. Support du fond de carte.

On a toujours intérêt à respecter les deux conditions suivantes. D'une part, un document unique, sur une seule feuille est préférable à plusieurs feuilles séparées; bien sûr, il est possible de faire des raccords par la suite, mais cela est assez délicat à réaliser. D'autre part, il est souhaitable que les objets soient facilement discernables les uns des autres, séparés si possible par plusieurs millimètres. La prise en compte de ces deux conditions implique le choix du format le plus grand possible, entrant dans les limites de la table du numérisateur.

Numériser, c'est mesurer des coordonnées. Encore faut-il que ce qu'on mesure ne puisse pas varier entre le début et la fin du travail. Le document doit donc obligatoirement être tracé sur un support stable, excluant le papier à dessin ou calque. Malgré son coût élevé, on préfère le plus souvent le polyester aux autres supports. Enfin, le tracé doit être réalisé avec un trait assez fin, de 1/10 ou 2/10^{ème}. de millimètre, mais pas plus.

2.1.2. Identification des objets à numériser.

Les objets à numériser sont soit des points, soit des polygones. Dans le cas des points, l'identification est extrêmement simple : le point est tracé et identifié par un nom ou un numéro.

Pour les polygones, l'identification est plus délicate. Il faut d'abord donner un nom à chaque polygone. Ensuite, il faut numéroter en séquence tous les sommets du premier

polygone, en commençant par le sommet situé le plus haut, à gauche, et en tournant dans un sens, toujours le même. La figure 2.1 explicite la méthode à l'aide d'un cas simple où le fond de carte se réduit à deux triangles et un carré. Le premier polygone P1

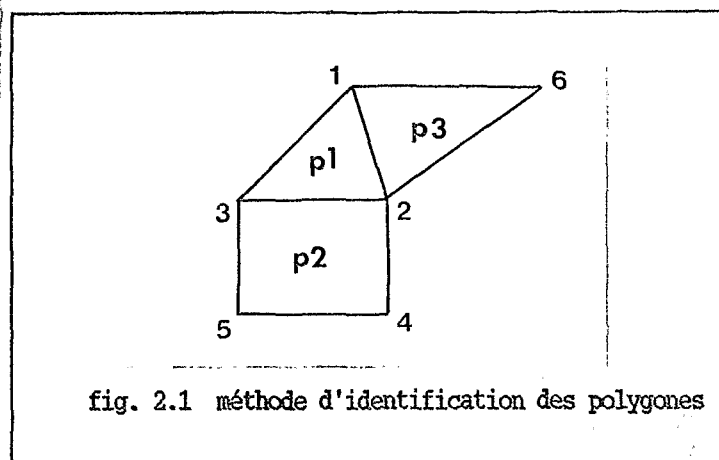


fig. 2.1 méthode d'identification des polygones

est numéroté en partant du haut (sommets numérotés 1) et en tournant dans un sens, toujours le même (sommets numérotés 2 et 3). Le polygone P2 a ses deux sommets supérieurs situés au même niveau; on commence donc par celui situé en haut à gauche, qui est déjà numéroté. On passe ensuite à celui localisé en haut à droite, également numéroté. Le sommet situé en bas à droite n'ayant pas été numéroté, on lui affecte le numéro suivant (4); le dernier, localisé en bas à gauche prend le numéro 5. Le troisième polygone possédant lui aussi deux sommets au même niveau supérieur, on commence par celui situé en haut à gauche, déjà numéroté, puis celui se trouvant en haut à droite prend le numéro 6, alors que celui localisé en bas est déjà numéroté (numéro 2). Il est préférable d'accompagner la numérotation par un tableau (fig. 2.2) où l'on trouve le nom du polygone, le nombre de points le composant, la liste des points et le numéro de point le plus élevé. Ce tableau sera très utile pour l'identification des objets à numériser; ultérieurement, il sera indispensable à la description des contours par leurs points, au chapitre numéro 4 (programme CONTIGRAF).

Polygone	Nombre de points	Liste des points	Dernier n° de point
p1	3	1 2 3	3
p2	4	3 2 4 5	5
p3	3	1 6 2	6

fig. 2.2 tableau d'identification
des sommets des polygones

2.2. Station de numérisation.

Présentons un exemple de station de numérisation à partir de laquelle sera organisé le reste de l'ouvrage. Mais il faut que le lecteur admette que cette présentation n'est pas faite pour elle-même, mais à titre d'exemple pouvant être adapté à la quasi-totalité des situations possibles. On insistera donc plus sur la méthodologie que sur tel aspect particulier à la configuration utilisée.

2.2.1. Micro-ordinateur IBM PC.

Les micro-ordinateurs IBM PC ou compatibles sont extrêmement répandus; les types de configuration sont variés. Prenons, par exemple, le cas de l'IBM PC XT dans sa version la plus simple. Il est composé d'une unité centrale de 256 Koctets de mémoire, d'un micro processeur 16 bits, de deux unités de disquettes double face double densité de 5 pouces 1/4 de côté et d'une petite imprimante à 60 caractères par seconde. Pour pouvoir être connecté au contrôleur de la table à numériser, une prise série RS232 C lui est adjointe (cela de manière standard dans la plupart des cas). Cette configuration minimale pour faire tourner les programmes présentés ici peut être heureusement complétée par un disque magnétique d'une capacité 30 fois plus élevée que celle d'une disquette et offrant un plus grand confort d'utilisation. Le système d'exploitation PC DOS version 2 ou 3 offre toutes les commandes nécessaires; il faut lui adjoindre l'interpréteur du langage BASIC nommé BASICA dans le cas des micro-ordinateurs livrés par IBM, ou GWBASIC pour les compatibles.

2.2.2. Table à numériser MUTOH et son contrôleur.

D'un format A0, la table à numériser électromagnétique MUTOH a une résolution au dixième de millimètre, bien suffisante pour tous les travaux de cartographie statistique. Le support de cette table est articulé et permet la montée/descente et la rotation, afin d'adapter la position du document aux caractéristiques de l'opérateur.

L'outil de prélèvement des coordonnées (on ne peut parler ici de stylet) est un boîtier (fig. 2.4) composé de deux éléments : la partie supérieure, plate, est une cible au centre de laquelle on place chaque point à numériser. Le déclenchement de la numérisation est assuré par la pression sur l'un des quatre boutons-poussoirs de couleur de la partie inférieure du boîtier.

Le boîtier de prélèvement est directement relié au contrôleur SUMMAGRAPHICS (fig. 2.5) aux fonctions très étendues. Il s'agit d'un coffret sur la face avant duquel un tableau de contrôle permet de définir les caractéristiques de la numérisation, à l'aide d'une série d'interrupteurs. Deux d'entre eux sont très importants pour la numérisation point par point. Le premier, nommé "POINT" doit être enfoncé pour définir ce mode. Le second, portant le nom "CLEAR" permet d'effacer le contenu de la mémoire tampon du contrôleur, avant toute nouvelle phase de numérisation. Trois voyants de couleur rouge indiquent si l'appareil est alimenté électriquement (POWER), si la numérisation a déjà commencé (PROX) et enfin, si un point est numérisé, c'est-à-dire si l'opérateur vient juste d'appuyer sur l'un quelconque des boutons de prélèvement (ZAXIS).

Ce contrôleur est connecté à l'unité centrale par l'intermédiaire d'une interface série RS232C très couramment utilisée pour ce genre de connexion.

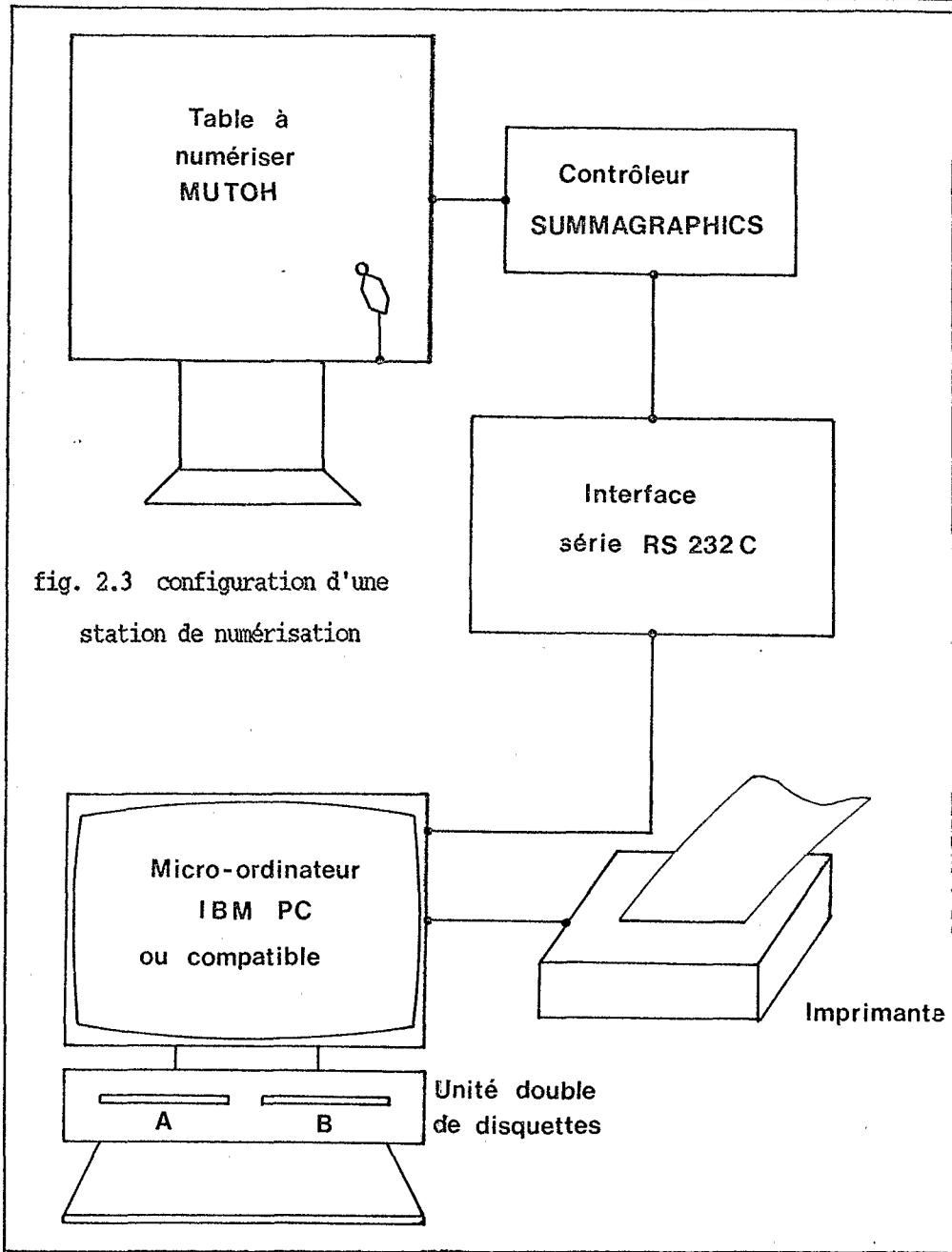


fig. 2.3 configuration d'une station de numérisation

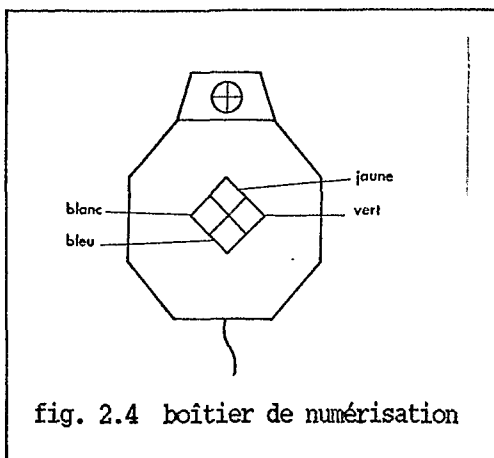


fig. 2.4 boîtier de numérisation

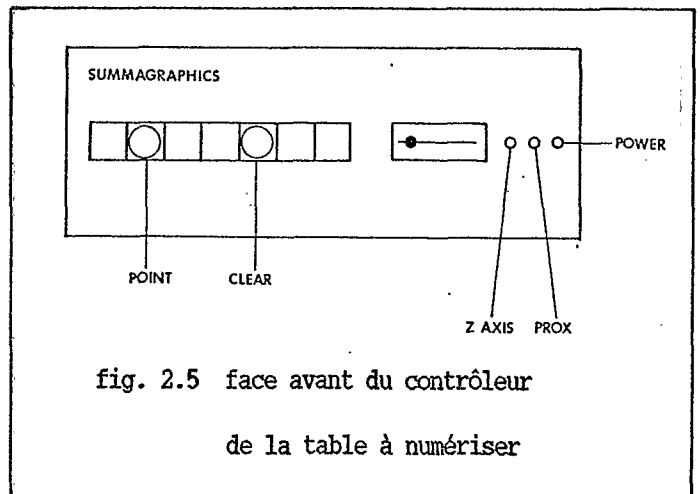


fig. 2.5 face avant du contrôleur de la table à numériser

2.2.3. Mise en service.

La mise en service de l'ensemble se déroule en quatre étapes. Il faut d'abord insérer la disquette contenant le système d'exploitation PC DOS, le langage BASIC et les programmes de numérisation dans l'unité de disquette A.

Ensuite, il est nécessaire d'alimenter l'unité centrale, l'unité de disquette, l'imprimante et le contrôleur de la table en appuyant sur les quatre interrupteurs de mise en marche. Le système se charge alors et

affiche à l'écran le message : A>
correspondant à l'attente d'une commande.

A>BASICA POINGRAF /F:6 (puis "ENTREE")

ou

A>GWBASIC POINGRAF /F:6

L'opérateur n'a plus qu'à fixer solidement le document à numériser sur la table et à répondre aux questions des programmes dont les fonctions et le texte sont étudiés dans les deux chapitres suivants.

3. POINGRAF: programme de numérisation de points.

Numériser, c'est relever des coordonnées de points sur un plan. L'usage ultérieur de ces coordonnées peut se limiter à l'affichage (ou le tracé) de ces points; il peut aussi aboutir au tracé de polygones reliant une séquence de points. C'est sous ce double aspect que doit être vue la méthode de numérisation de points proposée par le programme POINGRAF.

3.1. Fonctions à réaliser.

Toutes les méthodes de saisie et de stockage d'information se doivent de distinguer ce qui relève du travail de l'opérateur de ce qui appartient à l'organisation logique des fichiers.

Le fichier de coordonnées doit être composé d'un ensemble d'enregistrements, un pour chaque point, renfermant un identifiant alphanumérique et les coordonnées (X,Y) relevées à l'aide du stylet de la table à numériser. Pour faciliter l'usage ultérieur des données ainsi stockées, il serait utile de recourir à l'organisation séquentielle indexée permettant de retrouver les coordonnées d'un point à l'aide d'une clé, en l'occurrence de l'identifiant. Il se trouve que le langage BASIC choisi ici en raison de sa grande diffusion n'offre que très rarement cette facilité. Une organisation permettant l'accès direct aux coordonnées d'un point par son numéro d'ordre dans le fichier peut être également satisfaisante; cette technique de stockage figure dans un grand nombre de "dialectes" du langage BASIC très répandu sur micro-ordinateur. La figure 3.1 présente l'organisation logique du fichier de coordonnées.

Une fois admise cette organisation, il est aisé de définir les fonctions à réaliser. La première d'entre elles est, bien sûr, la création d'un fichier à accès direct correspondant à son ouverture, à l'écriture d'un ou plusieurs enregistrements et à sa fermeture. La seconde fonction est l'ajout d'enregistrements par l'ouverture d'un fichier existant déjà, l'écriture d'un ou plusieurs enregistrements à la suite du dernier enregistrement, celui qui a été écrit juste

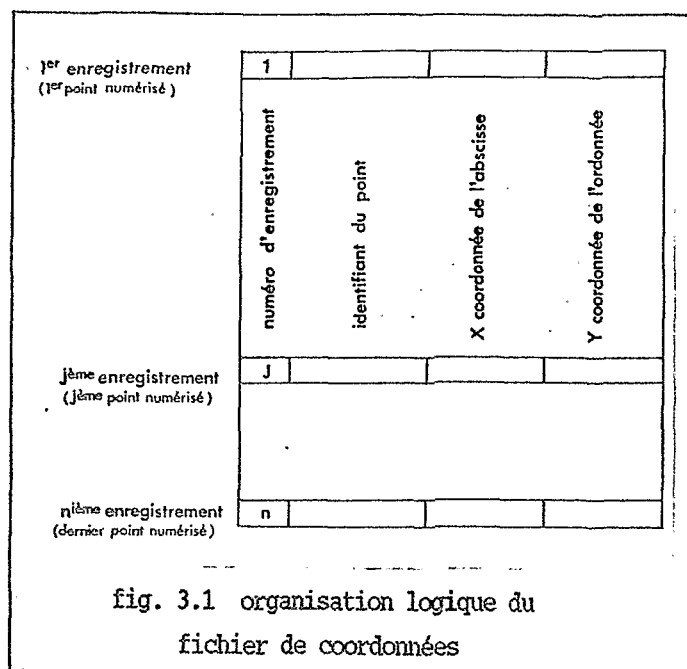


fig. 3.1 organisation logique du fichier de coordonnées

avant la fermeture précédente et, à nouveau, la fermeture du fichier. L'édition sur support papier des coordonnées des points repère par leur identifiant permet d'une part de conserver une trace matérielle de la numérisation et, d'autre part, de faciliter la recherche d'éventuelles erreurs, à partir des valeurs relevées sur la table. Enfin, la seule méthode de contrôle réellement satisfaisante consiste en l'affichage du nuage de points, ce qui ressort de la dernière fonction à assurer. Notons que la suppression d'enregistrements est un besoin qui n'est jamais ressenti dans la pratique, c'est pourquoi nous n'en parlerons pas ici.

3.2. Mise en oeuvre de la méthode.

Le choix de cinq fonctions à réaliser rend possible la conception d'un programme élémentaire de numérisation de points. La mise en oeuvre de la méthode repose alors sur le choix d'une fonction par l'opérateur, dans un menu s'affichant à l'écran de l'ordinateur.

3.2.1. Création d'un fichier de coordonnées.

À la suite de l'affichage du menu (fig. 3.2), l'option numéro 1 (création d'un fichier) est choisie par l'utilisateur. Le programme demande alors le nom du fichier à créer; celui-ci doit être formé de 1 à 6 lettres et nécessairement commencer par la lettre P (pour "Point")

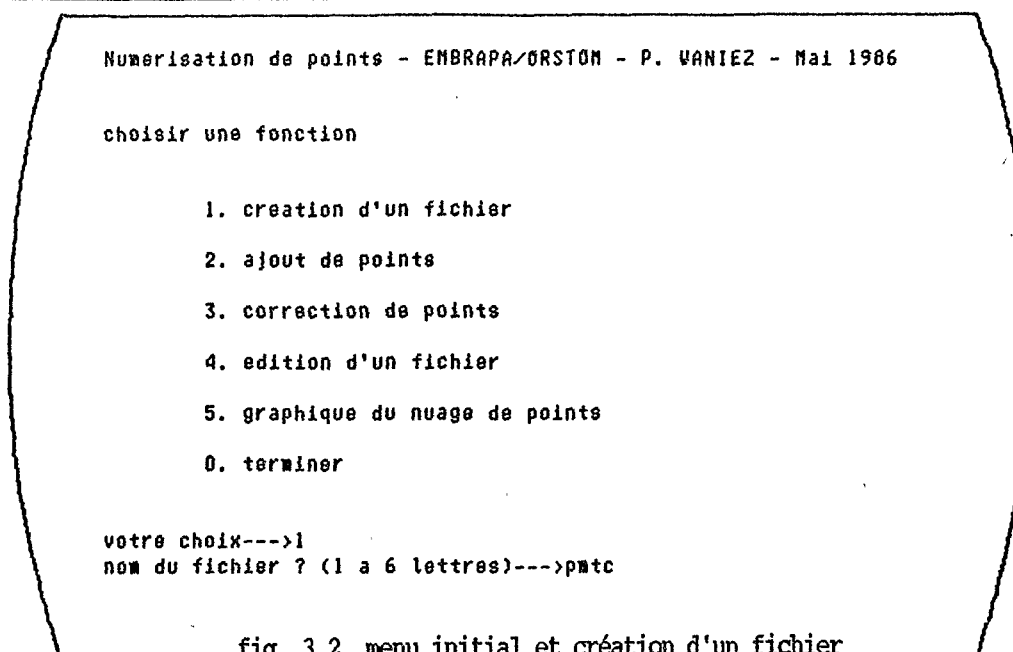


fig. 3.2 menu initial et création d'un fichier de coordonnées

Si la réponse à la demande du nom de fichier est correcte, l'écran s'efface et le programme exige la vérification des dispositifs du contrôleur de la table à numériser; ici, il faudra enfoncer le bouton "POINT" (pour choisir la numérisation discrète et non la numérisation en continu) ainsi que le bouton "CLEAR" pour vider la mémoire tampon ("Buffer") du contrôleur.

La numérisation du point origine intervient ensuite (fig. 3.3). Ce point permet de calculer les vraies coordonnées de chaque point sur le document à numériser et non à partir de l'origine physique de la table. Par exemple, le document, une fois fixé sur la table peut avoir une origine située à $x=32$ et $y=63$; si un point numérisé sur le document a pour coordonnées sur la table $x=432$ et $y=463$, ses coordonnées réelles sur le document seront $x=432-32$, soit 400, et $y=463-63$, soit 400 également. Cette technique de numérisation de l'origine est rendue nécessaire par l'impossibilité de placer le document exactement au point de coordonnées

(0,0) sur la table. Cette opération étant très importante, le programme demande confirmation de l'exactitude du point origine; en cas de réponse négative, il faut recommencer.

Le moment est venu de numériser le premier point du fichier. L'écran s'efface et l'opérateur est averti qu'aucun point ne figure dans le fichier (fig. 3.4). Il faut tout d'abord entrer l'identifiant du point, sous la forme d'une chaîne de caractères; puis il faut pointer la loupe à l'endroit où se trouve le point à numériser et, en appuyant sur le bouton jaune, transmettre les coordonnées du point au programme. Cette opération s'étant correctement déroulée, l'écran s'efface et l'utilisateur est averti que le point précédant était le numéro un et que son identifiant était M001; il faut ensuite recommencer la séquence d'identification et de numérisation (fig. 3.5). Le traitement cesse lorsque l'opérateur ne donne plus d'identifiant en tapant directement sur la touche "ENTREE".

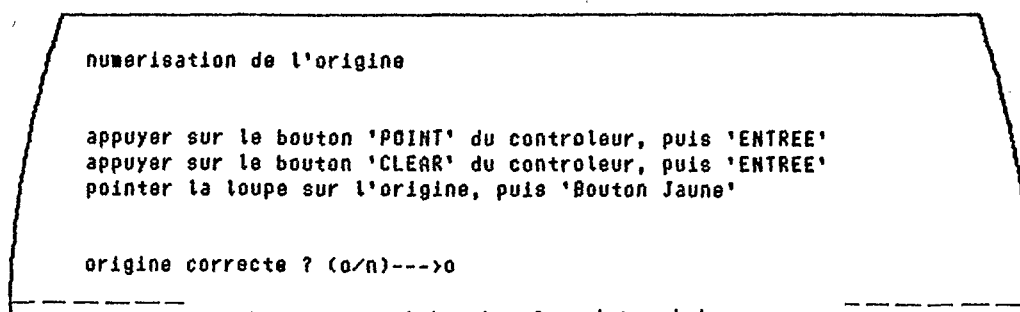


fig. 3.3 numérisation du point origine

```

point precedent, numero 0, identifiant aucun

identifier le point numero 1
(1 a 7 caracteres), ou rien pour terminer
identifiant--->wt001
pointer la loupe, puis 'Bouton Jaune'

```

fig. 3.4 numérisation du premier point

```

point precedent, numero 1, identifiant wt001

identifier le point numero 2
(1 a 7 caracteres), ou rien pour terminer
identifiant--->wt003
pointer la loupe, puis 'Bouton Jaune'

```

fig. 3.5 numérisation des points suivants

3.2.2. Ajout de points à un fichier de coordonnées.

Le processus de numérisation de points supplémentaires ne diffère que peu de celui de la création du fichier. Après l'affichage du menu (fig. 3.6), il suffit de choisir l'option numéro 2 et de donner le nom du fichier auquel on veut ajouter des coordonnées. On procède ensuite à la vérification des dispositifs du contrôleur ainsi qu'à la numérisation de

l'origine (fig. 3.7). L'écran s'efface ensuite pour indiquer le numéro du point précédent (ici, le numéro deux) ainsi que son identifiant (MT003, fig. 3.8); après avoir donné l'identifiant du nouveau point (ici, le numéro trois), il faut pointer la loupe au point désiré et transmettre les coordonnées avec le bouton jaune. Le processus d'ajout cesse lorsque l'opérateur ne donne pas d'identifiant en tapant directement sur la touche "ENTREE".

Numérisation de points - EMBRAPA/BRSTOM - P. WANIEZ - Mai 1986

choisir une fonction

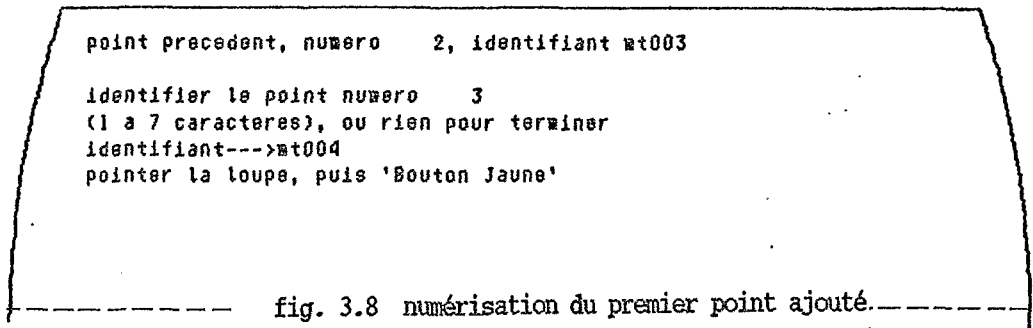
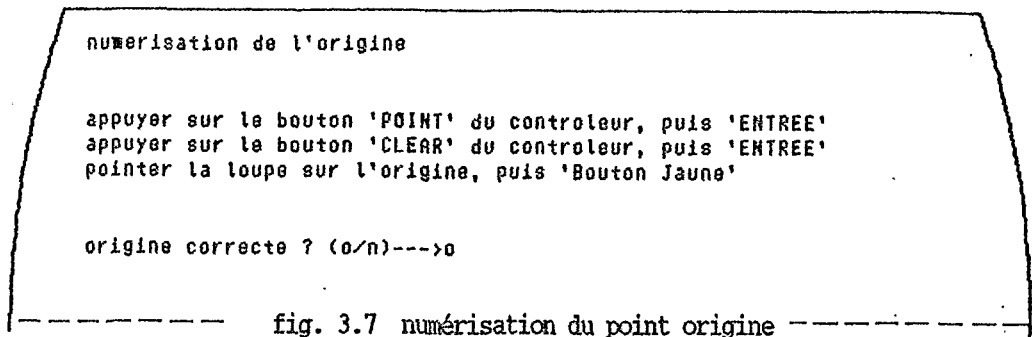
1. creation d'un fichier
2. ajout de points
3. correction de points
4. édition d'un fichier
5. graphique du nuage de points
0. terminer

```

votre choix--->2
nom du fichier ? (1 a 6 lettres)--->pmtc

```

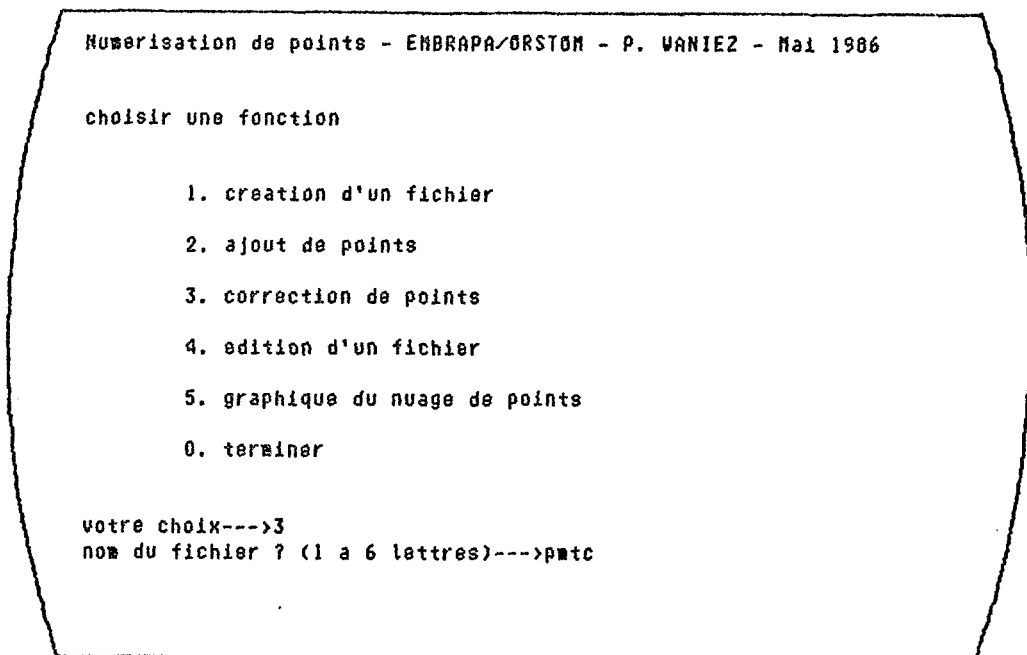
fig. 3.6 menu initial et ajout de points à un fichier de coordonnées



3.2.3. Correction de points déjà numérisés dans un fichier de coordonnées.

Lorsque s'affiche le menu, le choix de l'option numéro 3 et l'entrée d'un nom de fichier permettent de numériser à nouveau un point figurant déjà dans ce fichier (fig. 3.9). A la suite de la vérification des dispositifs du contrôleur et de la numérisation de l'origine (fig.3.10), l'écran s'efface et le programme demande le numéro du point à re-numériser. Si ce point existe

effectivement, c'est-à-dire si le numéro donné est compris entre 1 et le nombre total de points constituant le fichier, un identifiant doit alors être donné, la loupe placée sur le document au point désiré et les coordonnées transmises en appuyant sur le bouton jaune (fig. 3.11). Si cette opération s'est correctement déroulée, l'utilisateur a le loisir de corriger un nouveau point en donnant un autre numéro, ou bien de terminer le traitement en tapant directement sur la touche ENTREE.



numérisation de l'origine

appuyer sur le bouton 'POINT' du contrôleur, puis 'ENTREE'
appuyer sur le bouton 'CLEAR' du contrôleur, puis 'ENTREE'
pointer la loupe sur l'origine, puis 'Bouton Jaune'

origine correcte ? (o/n)---->o

fig. 3.10 numérisation du point origine

numero du point errone (ou rien pour terminer)---->10
identifiant ?---->rt078
pointer la loupe, puis 'Bouton Jaune'

fig. 3.11 numérisation du point à corriger

3.2.4. Edition du fichier de coordonnées

Lorsque s'affiche le menu, le choix de l'option numéro 4 permet d'éditer sur l'imprimante tout ou partie d'un fichier de coordonnées. Le programme demande (fig. 3.12) le nom du fichier de points, le numéro du point initial et le numéro du point final. La figure 3.13 montre le résultat de l'édition du fichier PMTC, à partir du point numéro 10, jusqu'au point numéro 45 : à chaque point correspond un identifiant et un couple de

coordonnées, la première colonne figurant l'axe des abscisses, la seconde celui des ordonnées (par convention X,Y); les valeurs sont exprimées dans le système d'unité de la table à numériser, ici le dixième de millimètre. Notons que si aucun point initial n'est donné (c'est-à-dire si l'opérateur tape directement sur la touche "ENTREE" à cette question), c'est la totalité du fichier qui sera éditée. De même, si aucun point final n'est choisi, le fichier fera l'objet d'une édition, à partir du point initial, jusqu'au dernier point numérisé.

Numérisation de points - ENBRAPA/ORSTOM - P. VANIEZ - Mai 1986

choisir une fonction

1. creation d'un fichier
2. ajout de points
3. correction de points
4. edition d'un fichier
5. graphique du nuage de points
0. terminer

votre choix---->4

nom du fichier ? (1 à 6 lettres)---->pmtc

numero du point initial (ou rien si tout le fichier)---->40

numero du point final (ou rien si dernier point)---->45

fig. 3.12 menu initial et édition du fichier de coordonnées

40	mt024a	326	3433
41	mt024b	658	3249
42	mt024b2	626	3311
43	mt024c	674	3505
44	mt024d	641	3553
45	mt035b	553	3893

fig. 3.13 édition partielle
du fichier de coordonnées

3.2.5. Affichage du nuage de points.

Enfin, le programme offre la possibilité avec l'option numéro 5 d'afficher le nuage formé par tous les points numérisés figurant dans un fichier (fig. 3.14). La figure 3.15 montre le nuage de points constitué par les sièges des communes de l'état du Mato Grosso au Brésil; on peut ainsi se rendre compte d'une part d'éventuelles erreurs de relevé et, d'autre part, de la distribution géographique plus ou moins concentrée. Dès lors, le fichier de points constitue un ensemble de données réellement utilisables.

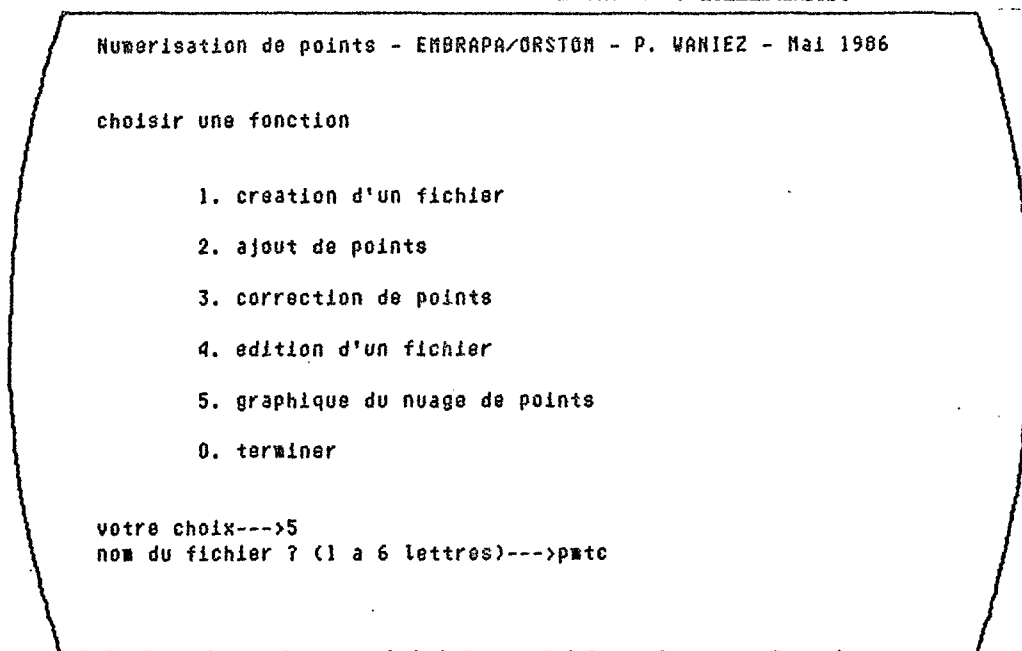


fig. 3.14 menu initial et affichage du nuage de points

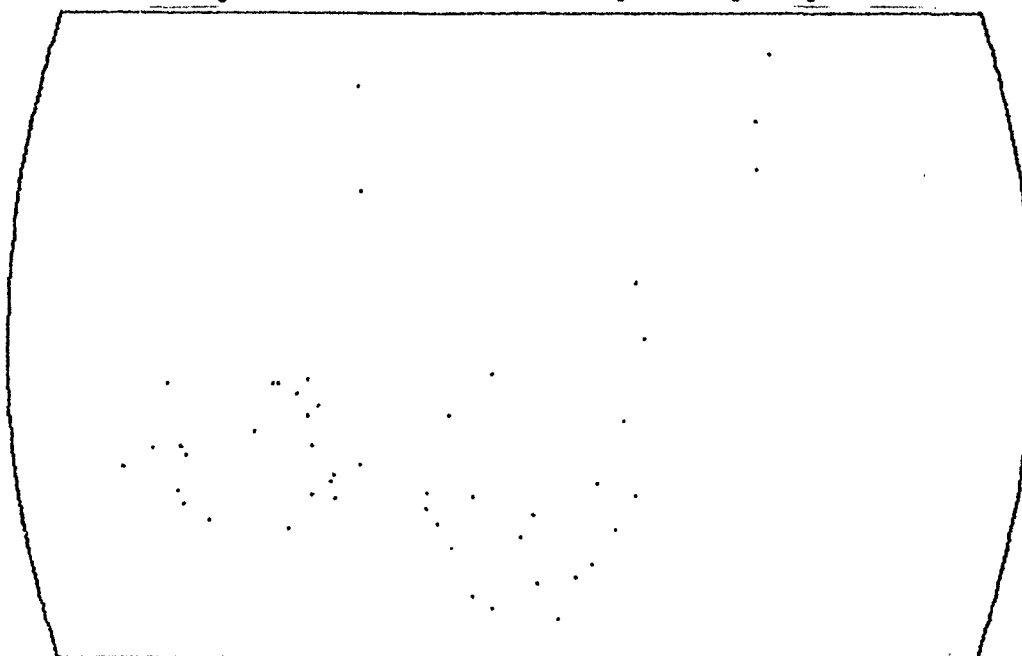


fig. 3.15 affichage du nuage de points

3.3. Texte commenté du programme POINGRAF.

Le programme POINGRAF, écrit en langage BASIC pour micro-ordinateur IBM PC et compatible et pour la table à numériser MUTOH réalise la totalité des cinq fonctions précédemment décrites. Sa structure est directement calquée sur le dialogue entre l'opérateur et le programme. La première partie, lignes 70 à

250, assure l'affichage du menu; après l'effacement de l'écran (ligne 110), le texte du menu apparaît (lignes 120 à 200) et la demande du choix d'une option figure à la ligne 210. La réponse est contenue dans la variable V; si sa valeur est inférieure à 1, l'exécution s'achève; si elle est supérieure à 5, le menu est à nouveau affiché car il n'y a pas de numéro d'option au delà de 5.

```

10 REM -----
20 REM programme de numérisation de points . P. WANIEZ
30 REM -----
40 REM
70 REM -----
80 REM afficher le menu des fonctions disponibles
90 REM -----
100 REM
110 CLS
120 PRINT "Numérisation de points - EMBRAPA/ORSTOM - P. WANIEZ - Mai 1986"
130 PRINT: PRINT
140 PRINT "choisir une fonction": PRINT: PRINT
150 PRINT "    1. création d'un fichier": PRINT
160 PRINT "    2. ajout de points": PRINT
170 PRINT "    3. correction de points": PRINT
180 PRINT "    4. édition d'un fichier": PRINT
190 PRINT "    5. graphique du nuage de points": PRINT
200 PRINT "    0. terminer": PRINT: PRINT
210 INPUT "votre choix ";V
220 IF V<1 THEN SYSTEM
230 IF V>5 THEN GOTO 110
240 PRINT
250 REM

```

Toutes les options nécessitent que soit donné un nom de fichier. Les opérations de lecture du nom et d'ouverture des fichiers sont réalisées dans la seconde partie (lignes 260 à 350). La variable FIC\$ est lue à la ligne 300 et les caractéristiques de sa valeur analysées en ligne 310 : si la longueur de ce nom est inférieure à 1 ou supérieure à 6, le nom est incorrect et une nouvelle réponse est demandée. La ligne 320 ouvre deux fichiers : le premier (ayant #2 pour numéro d'unité

logique) contiendra la numérisation proprement dite (un enregistrement par point); le second fichier (ayant #4 pour numéro d'unité logique) a le même nom auquel est ajouté le suffixe "2" et contient le nombre total d'enregistrements figurant réellement dans le premier fichier. A partir de là, selon l'option choisie, l'exécution se poursuivra en ligne 1020 (pour l'édition sur imprimante), en ligne 1270 (pour l'affichage du nuage) ou en séquence pour la numérisation.

```

260 REM -----
270 REM nommer le fichier
280 REM -----
290 REM
300 INPUT "nom du fichier (1 a 6 lettres) ";FIC$
310 IF LEN(FIC$)>6 THEN GOTO 300: IF LEN(FIC$)<1 THEN GOTO 300
320 OPEN "R",#2,FIC$ : FIC2$=FIC$+"2": OPEN "R",#4,FIC2$
330 IF V=4 THEN GOTO 1020
340 IF V=5 THEN GOTO 1270
350 REM

```

Dans les cas de création du fichier, d'ajout de points ou de correction (options 1, 2 et 3), il est nécessaire de procéder à l'initialisation de la table à numériser, c'est-à-dire de vérifier l'état des dispositifs du contrôleur et de lire la valeur de l'origine. Ce sont les lignes 360 à 570 qui sont chargées de ces opérations. Après l'effacement de l'écran (ligne 400), la connexion de la table à numériser et du programme (qui utilisera l'unité logique #1) est réalisée par l'instruction OPEN de la ligne 420. Il est ensuite nécessaire que l'opérateur vérifie le bon positionnement des boutons du contrôleur (lignes 430 à 450) après quoi peut commencer la numérisation de l'origine du document. Le programme lit sur l'unité logique #1 (ligne 470) une chaîne de 16 caractères (définie plus haut, en ligne 50), nommée COORD\$; en voici sa composition : les 2 premiers caractères sont vides, le troisième contient le numéro du bouton appuyé (1, 2, 4 ou 8), du quatrième au neuvième caractère figure la valeur de l'abscisse et du dixième au seizième la valeur de l'ordonnée. A la variable XORG représentant la coordonnée de l'origine sur l'axe des abscisses, il faut

affecter la conversion numérique de la sous-chaîne extraite de COORD\$, à partir de la quatrième position et de longueur 6; de même, la variable YORG contenant la coordonnée de l'origine sur l'axe des ordonnées prend pour valeur la conversion numérique de la sous-chaîne extraite de COORD\$, à partir de la dixième position et de longueur 6 (ligne 480). Après l'émission d'un "Bip" (ligne 490), le programme demande la confirmation de l'origine en lisant la réponse figurant dans la variable CONF\$ (ligne 500); si la réponse de l'utilisateur est différente de "O" (pour "Oui"), l'origine doit être numérisée une nouvelle fois (ligne 510). Après quoi, si l'option choisie est 3, c'est-à-dire si la variable V contient cette valeur, l'exécution se poursuit en ligne 820. Dans le cas contraire, si l'option est 1, le nombre de points déjà numérisés contenus dans la variable COMP vaut 0 (ligne 530) et l'identifiant contenu par la variable ID\$ est aucun (ligne 550); si l'option sélectionnée est 2, le programme lit la valeur de COMP sur l'unité logique #4 (ligne 540) et l'identifiant du COMPième enregistrement sur l'unité logique #2.

```

360 REM -----
370 REM initialiser la table à numériser
380 REM -----
390 REM
400 CLS
410 PRINT "numérisation de l'origine": PRINT: PRINT
420 OPEN "COM1:9600,E,7,1" FOR INPUT AS #1 LEN=4096
430 INPUT "bouton 'POINT' du contrôleur, puis 'ENTREE';"T
440 PRINT
450 INPUT "bouton 'CLEAR' du contrôleur, puis 'ENTREE';"T
460 PRINT: PRINT "pointer la loupe sur origine, puis 'Bouton Jaune'"
470 INPUT #1,COORD$
480 XORG=VAL(MID$(COORD$,4,6)): YORG=VAL(MID$(COORD$,10,6))
490 PRINT CHR$(7)
500 PRINT: INPUT "origine correcte (o/n) ";CONF$
510 IF CONF$<>"o" THEN GOTO 460
520 IF V<>1 AND V<>2 THEN GOTO 820
530 COMP=0
535 FIELD #4,4 AS COMP2$
540 IF V=2 THEN GET #4,1 : COMP=VAL(COMP2$)
550 ID$="aucun"
555 FIELD #2,7 AS ID2$,5 AS X2$,5 AS Y2$
560 IF V=2 THEN GET #2,COMP : ID$=ID2$ : X=VAL(X2$) : Y=VAL(Y2$)
570 REM

```

Le processus de numérisation point par point peut alors commencer (lignes 580 à 810). Après l'effacement de l'écran (ligne 630), le numéro et l'identifiant du point précédent sont affichés (lignes 640 et 650). On demande ensuite l'identifiant du prochain point à numériser (lignes 660 à 700). Si l'identifiant contient plus de 7 caractères, il est incorrect et le programme le demande à nouveau (ligne 710). Si l'identifiant est vide (si l'opérateur a directement appuyé sur la touche "ENTREE", c'est que la numérisation est finie et le programme va s'achever en ligne 790 par la fermeture des fichiers. Enfin, si l'identifiant est correct, le

programme lit les coordonnées du point sur la table à numériser en ligne 740; la variable alphanumérique COORD\$ est décomposée et convertie en valeurs numériques affectées à X et Y desquelles sont retranchées les coordonnées de l'origine respectivement sur l'axe des abscisses et sur celui des ordonnées (lignes 740 à 770). Enfin, le nouveau nombre de points est écrit sur l'unité logique #4 et le nouvel identifiant associé aux nouvelles coordonnées sont rangés dans le nouvel enregistrement (ligne 770). La ligne 780 renvoie à la ligne 580 pour itérer toute cette séquence d'opérations sur un point supplémentaire.

```

580 REM -----
590 REM numériser les points
600 REM -----
610 REM
620 MCONT=CONP: CONP=CONP+1
630 CLS
635 FMT1$="POINT PRECEDENT, NUMERO ####, IDENTIFIANT \ \ "
640 PRINT USING FMT1$;MCONT,ID$ : PRINT
645 FMT2$="IDENTIFIER LE POINT NUMERO ####"
660 PRINT USING FMT2$;CONP:
665 PRINT "(1 A 7 CARACTERES), OU RIEN POUR TERMINER"
690 ID$=""
700 INPUT "identifiant ";ID$
710 IF LEN(ID$)>7 THEN GOTO 660
720 IF ID$="" THEN GOTO 790
730 PRINT: PRINT "pointer la loupe, puis 'Bouton Jaune'"
740 INPUT #1,COORD$
750 X=VAL(MID$(COORD$,4,6)): Y=VAL(MID$(COORD$,10,6))
760 X=X-XORG: Y=Y-YORG: PRINT CHR$(7)
764 FIELD #4,4 AS CONP2$ : LSET CONP2$=STR$(CONP)
766 FIELD #2,7 AS ID2$,5 AS X2$,5 AS Y2$
768 LSET ID2$=ID$ : LSET X2$=STR$(X) : LSET Y2$=STR$(Y)
770 PUT #4,1 : PUT #2,CONP
780 GOTO 580
790 CLOSE #1: CLOSE #2: CLOSE #4
800 CLEAR : GOTO 70
810 REM

```

La correction d'un ou plusieurs points existant déjà dans le fichier est réalisée par l'exécution des lignes de programme 820 à 1010. Une fois l'écran effacé (ligne 870), le numéro du point erroné est demandé et la validité de la réponse testée : il ne peut être supérieur au nombre total de points figurant dans le fichier (lu en ligne 860), ni être inférieur à 1 (lignes 880 à 900). Si ces conditions sont réalisées, il faut alors donner l'identifiant du point (ligne 920). Un

ordre de lecture sur l'unité logique permet d'obtenir ses coordonnées, desquelles on retranche les coordonnées de l'origine (ligne 940 à 960). Enfin, les coordonnées finales sont rangées dans le fichier à la place de l'enregistrement choisi (ligne 970). Il devient alors possible de corriger un autre point en retournant à la ligne 820; si le numéro du point choisi est inférieur à 1, un débranchement est opéré sur la fermeture des fichiers et la fin du traitement (lignes 990 et 1000).

```

820 REM -----
830 REM corriger les points
840 REM -----
850 REM
855 FIELD #4,4 AS CONP2$
857 FIELD #2,7 AS ID2$,5 AS X2$,5 AS Y2$
860 GET #4,1 : CONP=VAL(CONP2$)
870 CLS
875 PRINT CONP
880 INPUT "numéro du point erroné (ou rien pour terminer) ";NE
890 IF NE<1 THEN GOTO 990
900 TEST=NE: IF NE>CONP THEN NE=0: IF TEST>CONP THEN GOTO 880
910 GET #2,NE : ID$=ID2$ : X=VAL(X2$) : Y=VAL(Y2$)
920 PRINT: INPUT "identifiant ";ID$
930 PRINT: PRINT "pointer la loupe, puis 'Bouton Jaune'"
940 INPUT #1,COORD$
950 X=VAL(MID$(COORD$,4,6)): Y=VAL(MID$(COORD$,10,6))
960 X=X-XORG: Y=Y-YORG: PRINT CHR$(7)
965 LSET ID2$=ID$ : LSET X2$=STR$(X) : LSET Y2$=STR$(Y)
970 PUT #2,NE
980 NE=0: GOTO 820
990 CLOSE #1: CLOSE #2: CLOSE #4
1000 CLEAR : GOTO 70
1010 REM

```

L'édition du fichier de coordonnées sur l'imprimante est réalisée des lignes 1020 à 1250. Le programme demande le numéro du point initial (ligne 1070); si l'opérateur appuie directement sur la touche "ENTREE", tout le fichier sera édité : le point initial sera le numéro 1, le point final sera lu sur le fichier ayant #4 pour unité logique, et l'impression commencera en ligne 1180 (ligne 1080 à 1100). Si un numéro de point a été donné en ligne 1070, le programme demande le numéro de point final (ligne 1140). A

nouveau, si l'opérateur appuie directement sur la touche ENTREE, l'édition sera faite jusqu'au point final (ligne 1160 et 1170). L'unité logique #3 est affectée à l'écran en ligne 1180 qui précède la boucle d'édition à proprement parler : tous les enregistrements figurant entre le numéro initial et le numéro final sont lus sur l'unité logique #2 et imprimés sur l'unité #3 (ligne 1190 à 1230). A la suite de cette boucle, les fichiers sont fermés et le programme se termine (lignes 1240 et 1250).

```

1020 REM -----
1030 REM éditer les coordonnées des points
1040 REM -----
1050 REM
1060 PRINT
1070 INPUT "numéro du point initial (ou rien si tout le fichier) ";NI
1072 FIELD #4,4 AS CONP2$
1074 FIELD #2,7 AS ID2$,5 AS X2$,5 AS Y2$
1080 IF NI=0 THEN NII=1
1090 IF NI=0 THEN GET #4,1 : NF=VAL(CONP2$)
1100 IF NI=0 THEN GOTO 1180
1110 NII=NI
1120 PRINT
1130 NF=0
1140 INPUT "numéro du point final (ou rien si dernier point) ";NF
1150 IF NF=0 THEN GET #4,1 : NF=VAL(CONP2$)
1160 GET #4,1 : NFF=VAL(CONP2$)
1170 IF NFF<NF THEN NF=NFF
1180 OPEN "SCRN:" FOR OUTPUT AS #3
1190 FOR I=NII TO NF
1200 GET #2,I : ID$=ID2$ : X=VAL(X2$) : Y=VAL(Y2$)
1207 FMT4$="#### \ \##### #####"
1210 PRINT #3,USING FMT4$;I;ID$;X;Y
1230 NEXT I
1235 INPUT V
1240 CLOSE #2: CLOSE #3: CLOSE #4
1250 CLEAR : GOTO 70
1260 REM

```


La cinquième fonction assure l'affichage du nuage de points sur l'écran graphique (lignes 1270 à 1560). Il est indispensable de définir un système de coordonnées qui sera compris dans un carré ayant pour côté la hauteur de l'écran. Pour réaliser la graduation de ce système de coordonnées, il faut rechercher le minimum et le maximum sur X et sur Y : les lignes 1310 à 1390 assurent cette tâche en lisant tous les enregistrements du fichier (boucle des lignes 1340 à 1390). Ceci est assez long et, pour ne pas avoir à recommencer cette lecture, tous les points sont rangés dans un tableau VEC directement en mémoire centrale. Les lignes 1400 et 1410 déterminent le pas, en quelque sorte, l'unité de mesure à partir de l'étendue des coordonnées sur X et sur Y; on choisira la

plus grande de ces étendues afin de pouvoir inscrire toute l'image dans un carré. La ligne 1410 calcule l'unité de graduation des axes. Ensuite, il n'y a plus qu'à afficher un point par couple de coordonnées, ce que fait la boucle 1430 à 1500 (après l'effacement de l'écran en ligne 1420). Des lignes 1440 à 1450, les coordonnées sur l'écran sont calculées par soustraction des valeurs minimales (car l'origine du tracé n'est pas 0, mais le minimum sur X et sur Y). L'instruction PSET allume le point de coordonnées (X,Y). A la fin de l'exécution de la boucle, le nuage de points étant finalement tracé, l'opérateur peut terminer en tapant sur la touche "ENTREE", ce qui provoque la fermeture des fichiers et la fin du traitement.

```

1270 REM -----
1280 REM tracer le graphique des points
1290 REM -----
1300 REM
1302 FIELD #4,4 AS CONP2$
1304 FIELD #2,7 AS ID2$,5 AS X2$,5 AS Y2$
1310 MINX=1000000 : MINY=1000000
1320 MAXIX=-1000000!: MAXY=-1000000!
1330 GET #4,1:CONP=VAL(CONP2$): DIM VEC(CONP,2),IDEN$(CONP)
1340 FOR I=1 TO CONP: GET #2,I
1345 IDEN$(I)=ID2$ : VEC(I,1)=VAL(X2$) : VEC(I,2)=VAL(Y2$)
1350 IF MINX>VEC(I,1) THEN MINX=VEC(I,1)
1360 IF MAXIX<VEC(I,1) THEN MAXIX=VEC(I,1)
1370 IF MINY>VEC(I,2) THEN MINY=VEC(I,2)
1380 IF MAXY<VEC(I,2) THEN MAXY=VEC(I,2)
1390 NEXT I
1400 PASX=MAXIX-MINX: PASY=MAXY-MINY
1401 IF PASX>PASY THEN PAS=PASX ELSE PAS=PASY
1410 PASX=639/PAS: PASY=199/PAS
1420 CLS
1425 SCREEN(2)
1430 FOR I=1 TO CONP
1440 X=VEC(I,1)-MINX
1450 Y=VEC(I,2)-MINY
1460 X=(X*PASX)*.7
1470 Y=Y*PASY
1480 Y=199-Y
1490 PSET (X,Y)
1500 NEXT I
1510 INPUT V
1520 CLOSE #2: CLOSE #4: CLEAR : GOTO 70
1530 REM
1540 REM -----
1550 REM fin du programme
1560 REM -----

```

La figure 3.16 donne la liste des principales variables de POINGRAF. Voici succinctement la signification des noms des variables dans l'ordre où elles apparaissent dans le programme :

COORD\$	Coordonnées du point numérisé envoyé par la table.	MCONT	Numéro du point précédent.
V	Numéro de l'option choisie sur le menu.	NE	Numéro du point erroné avant correction.
FIC\$	Nom du fichier de numérisation.	TEST	Pour tester la validité du numéro de point à corriger.
FIC2\$	Nom du fichier contenant le nombre d'enregistrements du fichier FIC\$.	NI,NI1	Numéro du point initial pour l'édition.
T	Pour poursuivre le traitement après vérification des dispositifs du contrôleur de la table.	NE,NFF	Numéro du point final pour l'édition.
XORG,YORG	Coordonnées de l'origine.	I	Indice de boucle.
CONF\$	Confirmation de la validité de la numérisation de l'origine.	MINX,MAXIX	Minimum et maximum des coordonnées sur l'axe des abscisses.
CONT	Nombre d'enregistrements dans le fichier FIC\$.	MINY,MAXY	Minimum et maximum des coordonnées sur l'axe des ordonnées.
ID\$	Identifiant d'un point.	VEC	Pour l'affichage du nuage, coordonnées de tous les points.
X,Y	Coordonnées d'un point.	IDEN\$	Pour l'affichage du nuage, identifiants de tous les points.
		PASX,PASY	Intervalle de graduation de chaque axe.
		PAS	Plus grande étendue sur X ou sur Y.

coord\$	50	470	480	480	740	750	750	940	950	950				
v	210	220	230	330	340	520	520	540	560	1510				
fic\$	300	310	310	320	320									
fic2\$	320	320												
t	430	450												
xorg	480	760	960											
yorg	480	760	960											
conf\$	500	510												
cont	530	540	560	620	620	620	660	770	770	860	900	900	1330	1330
id\$	1330	1340	1430											
x	550	560	640	690	700	710	720	770		920	970	1200	1210	
	560	750	760	760	770		950	960	960	970	1200	1210	1440	1460
y	1460	1490												
	560	750	760	760	770		950	960	960	970	1200	1210	1450	1470
	1470	1480	1480	1490										
mcont	620	640												
ne	880	890	900	900	900		970	980						
test	900	900												
ni	1070	1080	1090	1100	1110									
ni1	1080	1110	1190											
nf	1090	1130	1140	1150	1150	1170	1170	1190						
nff	1160	1170	1170											
i	1190	1200	1210	1230	1340	1340	1340	1340	1340	1340	1350	1350	1360	1360
	1370	1380	1380	1390	1430	1440	1450	1500						
minx	1310	1350	1350	1400	1440									
miny	1310	1370	1370	1400	1450									
maxix	1320	1360	1360	1400										
maxy	1320	1380	1380	1400										
vec	1330	1340	1340	1350	1350	1360	1360	1370	1370	1380	1380	1440	1450	
iden\$	1330	1340												
pasx	1400	1400	1410	1460										
pasy	1400	1400	1410	1470										
pas	1400	1410	1410											

fig. 3.16 liste des variables du programme POINGRAF

4. CONTIGRAF: programme de description de contours.

Tracer les contours d'un polygone représentant les limites d'une unité spatiale revient à relier les sommets du polygone par des segments de droite. Ainsi, pour constituer un fond de carte, il suffit de numériser une fois tous les sommets, puis de décrire chaque polygone par ses sommets; le programme POINGRAF assure la première opération alors que le présent CONTIGRAF propose toutes les fonctions nécessaires à la seconde.

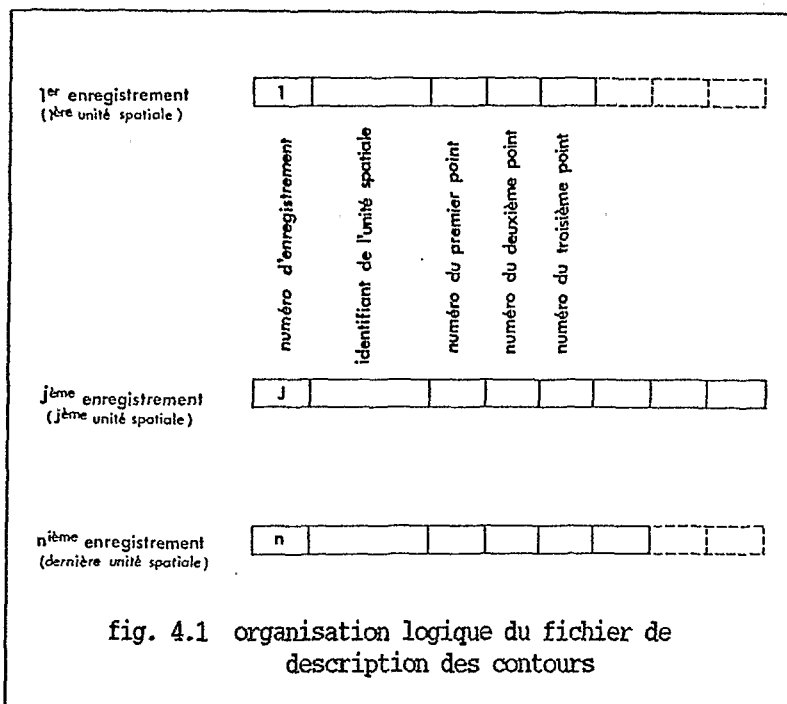
4.1. Fonctions à réaliser.

L'emploi du programme CONTIGRAF commence là où s'arrête celui de POINGRAF, c'est-à-dire lorsque tous les sommets de tous les polygones ont été numérisés. Sept options différentes conduisent à la génération d'un fond de carte.

Les quatre premières options offrent à l'opérateur les moyens de saisir et d'imprimer un fichier de description de contours de polygones. Ce fichier (fig. 4.1) doit être composé d'un ensemble d'enregistrements renfermant, pour chaque unité spatiale, un identifiant alphanumérique et les numéros des points représentant les sommets dans le fichier de numérisation créé par POINGRAF. La

longueur des enregistrements est variable et dépend, bien entendu, du nombre de points nécessaires à la description d'une unité spatiale; par exemple, si l'unité spatiale MT004 est décrite par 5 points de numérisation (par exemple les points numéro 2, 18, 4, 142 et 384), l'enregistrement sera composé des six éléments suivants : MT004 2 18 4 142 384. L'organisation à accès direct autorisée par le langage BASIC facilite la recherche d'un enregistrement descriptif par son rang dans le fichier. La figure 4.1 montre l'organisation logique du fichier de description des contours; notons que le nombre de cases par enregistrement est fixe (il y a un nombre maximal autorisé de points pour faire la description) et qu'il subsiste parfois des cases vides. Ainsi, le premier enregistrement décrit un triangle, le jème un hexagone, le nième un quadrilatère.

Les quatre options suivantes assurent les traitements nécessaires à la génération et au tracé du fond de carte. La figure 4.2 traduit pas à pas ce processus de génération du fond de carte. L'unité spatiale de la partie a) est en fait un hexagone dont chaque sommet est numéroté (sans qu'il soit nécessaire que les numéros soient consécutifs). La traduction numérique de ce dessin prend la forme de deux fichiers : celui de description des contours d'une part (fig. 4.2.b) où l'on trouve que la



dix-huitième unité spatiale, nommée MT015 est composée des points numéro 3, 11, 18, 2, 9 et 20, et, d'autre part, le fichier de numérisation des points (fig. 4.2.c) où, à chaque point, correspond un couple de coordonnées. Le fichier renfermant le fond de carte (fig. 4.2.d) résulte de la mise en relation des deux fichiers précédents; c'est un fichier séquentiel composé de la manière suivante : à chaque unité spatiale correspondent autant d'enregistrements qu'il y a de sommets pour décrire le polygone. Les enregistrements contiennent tous l'identifiant de l'unité spatiale (celui du fichier de description) et un couple de coordonnées (provenant du fichier de numérisation).

A partir du fichier fond de carte, il est extrêmement simple de procéder au tracé sur écran graphique. Le processus est le suivant: il suffit de tracer une ligne droite entre les points consécutifs; lorsque change l'identifiant de l'unité spatiale, c'est

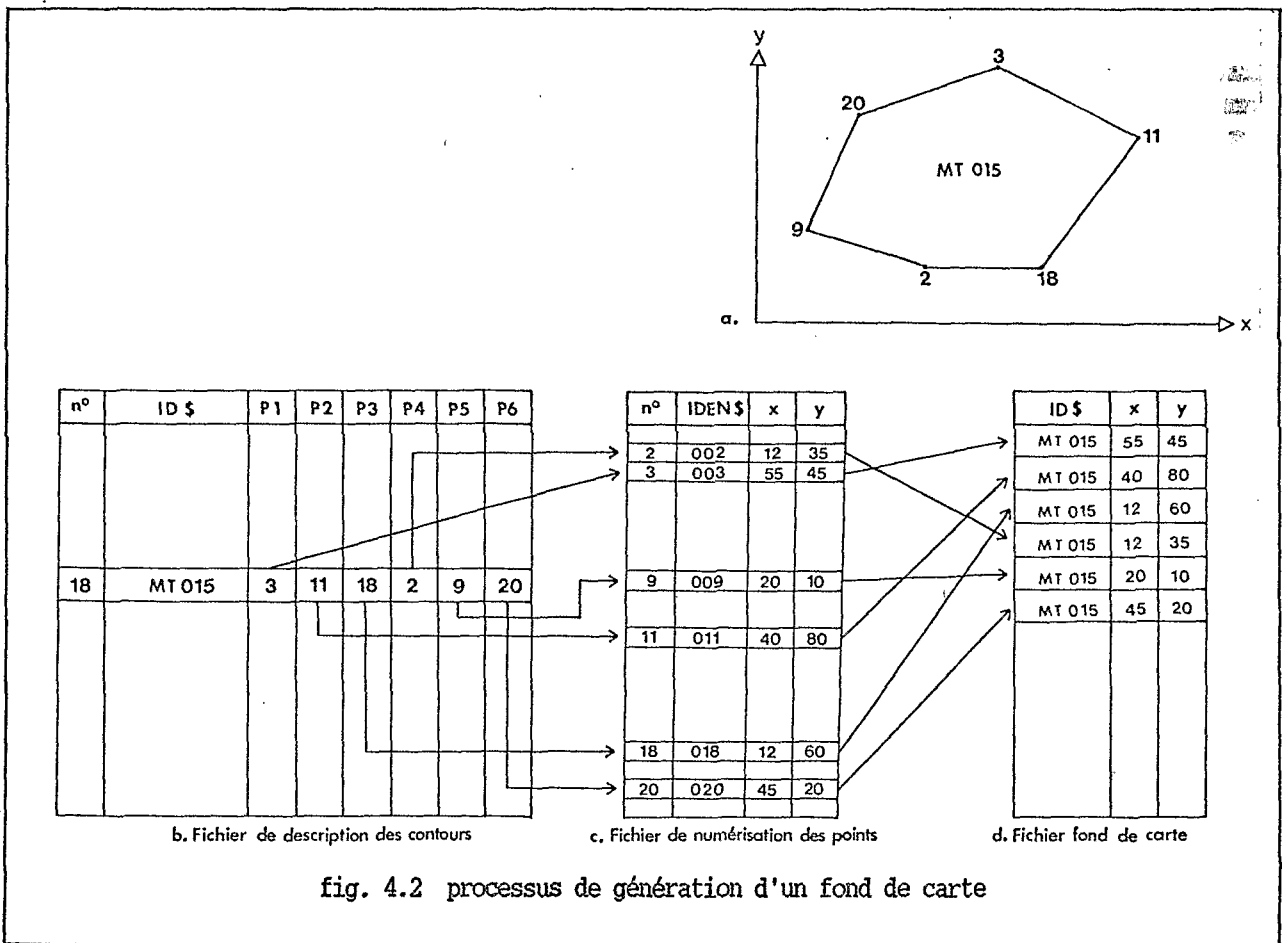
qu'il s'agit d'un nouveau polygone et donc qu'il faut tracer une ligne "invisible" reliant le dernier point de l'unité précédente et le premier point de la nouvelle unité. A la suite de quoi il faut tracer à nouveau une ligne entre les points consécutifs de cette unité. Le processus est itéré jusqu'à la fin du fichier fond de carte.

4.2. Mise en oeuvre de la méthode.

Avec sept options distinctes à choisir dans un menu, l'opérateur peut assez rapidement produire son fond de carte et en vérifier la validité.

4.2.1. Création d'un fichier de description.

Après l'affichage du menu (fig. 4.3), l'opérateur doit choisir l'option numéro 1 (création d'un fichier). Le programme demande le nom du nouveau fichier qui doit être formé



```

Description de contours - ENBRAPA/GRSTOM - P. VANIEZ - Mai 1986

Choisir une fonction

1. creation d'un fichier
2. ajout d'unites spatiales
3. correction d'unites spatiales
4. edition d'un fichier
5. cartographie d'une unite spatiale
6. generation fond de carte
7. cartographie d'un fond de carte
0. terminer

votre choix--->1
nom du fichier de contours ? (1 a 6 lettres)--->cmf
nom du fichier de points ? (1 a 6 lettres)--->pmt

```

fig. 4.3 menu initial et création d'un fichier de description de contours

de 1 à 6 lettres et commencer par la lettre C (pour "Contour"), puis le nom du fichier de numérisation des points. L'écran s'efface et laisse ensuite apparaître l'image de saisie (fig. 4.4) de la description des contours de la première unité spatiale (du premier polygone). La première ligne indique que le fichier est nouveau (car il n'y a pas d'autre unité spatiale et donc aucun identifiant). Il faut d'abord donner l'identifiant, puis les numéros successifs des points décrivant les

contours du polygone. Lorsque cette énumération est achevée, il faut appuyer directement sur la touche "ENTREE" pour passer au second, puis au troisième polygone (fig. 4.5). Si l'entrée des descriptions est terminée, il suffit, à nouveau, de taper directement sur la touche "ENTREE" sans donner d'identifiant (fig. 4.6) : Les fichiers sont alors fermés et le programme s'achève.

```

unite precedente, numero 0, identifiant aucun
identifier l'unite numero 1
(1 a 7 caracteres), ou rien pour terminer
identifiant--->mt001

point numero 1 de la description, ou rien pour terminer
point--->1

point numero 2 de la description, ou rien pour terminer
point--->2

point numero 3 de la description, ou rien pour terminer
point--->3

-----

point numero 9 de la description, ou rien pour terminer
point--->9

point numero 10 de la description, ou rien pour terminer
point--->

```

fig. 4.4 description des contours de la première unité spatiale

```

unite precedente, numero    3, identifiant mt004
identifier l'unite numero   4
(1 a 7 caracteres), ou rien pour terminer
identifiant--->mt005

point numero    1 de la description, ou rien pour terminer
point--->24

point numero    2 de la description, ou rien pour terminer
point--->25

point numero    3 de la description, ou rien pour terminer
point--->26
-----

point numero    10 de la description, ou rien pour terminer
point--->33

point numero    11 de la description, ou rien pour terminer
point--->

```

fig. 4.5 description des contours de la troisième
unité spatiale

```

unite precedente, numero    4, identifiant mt005
identifier l'unite numero   5
(1 a 7 caracteres), ou rien pour terminer
identifiant--->
-----

```

fig. 4.6- fin de la description des contours

4.2.2. Ajout d'unités spatiales.

Le processus de description de contours supplémentaires ne diffère pas sensiblement de celui de la création du fichier. Au menu, il suffit de choisir l'option numéro 2 (fig. 4.7) et de donner les noms des fichiers de description et de numérisation. L'image de saisie (fig. 4.8) indique alors le numéro de l'unité spatiale précédente et son identifiant. Il faut ensuite donner, comme précédemment, l'identifiant, puis la liste des points décrivant le polygone. La saisie s'arrête en tapant une première fois "ENTREE" pour changer d'unité spatiale (on peut ainsi continuer par la description de l'unité suivante) et une seconde fois pour fermer les fichiers et terminer (fig. 4.9).

4.2.3. Correction d'unités spatiales.

Lorsque s'affiche le menu, le choix de l'option numéro 3 donne la possibilité de corriger la description d'une ou plusieurs unités spatiales (fig. 4.10). Il est nécessaire d'indiquer le nom des fichiers de description et de numérisation. Ensuite, l'écran s'efface et le programme demande, en premier lieu, le numéro de l'unité erronée, puis son identifiant et enfin les numéros des points nécessaires à la description (fig. 4.11). A nouveau, la saisie cesse en tapant une première fois "ENTREE" pour changer d'unité spatiale (on peut continuer par la correction d'une autre unité spatiale) et une seconde fois pour fermer les fichiers et terminer (fig. 4.12).

Description de contours - EMBRAPA/GRSTOM - P. WANIEZ - Mai 1986

Choisir une fonction

1. creation d'un fichier
2. ajout d'unites spatiales
3. correction d'unites spatiales
4. edition d'un fichier
5. cartographie d'une unite spatiale
6. generation fond de carte
7. cartographie d'un fond de carte
0. terminer

votre choix--->2

nom du fichier de contours ? (1 a 6 lettres)--->cwt

nom du fichier de points ? (1 a 6 lettres)--->pnt

fig. 4.7 menu initial et ajout d'unités spatiales

unite precedente, numero 4, identifiant wt005
 identifier l'unite numero 5
 (1 a 7 caracteres), ou rien pour terminer
 identifiant--->wt012

point numero 1 de la description, ou rien pour terminer
 point--->11

point numero 2 de la description, ou rien pour terminer
 point--->10

point numero 3 de la description, ou rien pour terminer
 point--->10

point numero 4 de la description, ou rien pour terminer
 point--->23

point numero 5 de la description, ou rien pour terminer
 point--->34

point numero 6 de la description, ou rien pour terminer
 point--->35

point numero 7 de la description, ou rien pour terminer
 point--->

fig. 4.8 description des contours de l'unité spatiale numéro 4

unite precedente, numero 5, identifiant wt012
 identifier l'unite numero 6
 (1 a 7 caracteres), ou rien pour terminer
 identifiant--->

fig. 4.9 fin de l'ajout de descriptions

Description de contours - EMBRAPA/BRSTOM - P. WANIEZ - Mai 1986

Choisir une fonction

1. creation d'un fichier
2. ajout d'unites spatiales
3. correction d'unites spatiales
4. edition d'un fichier
5. cartographie d'une unite spatiale
6. generation fond de carte
7. cartographie d'un fond de carte
0. terminer

votre choix--->3

nom du fichier de contours ? (1 a 6 lettres)--->cmf

nom du fichier de points ? (1 a 6 lettres)--->pmt

fig. 4.10 menu initial et correction de description de contours

numero de l'unite erronnee, ou rien pour terminer--->5
identifiant ?--->wt012

point numero 1 de la description, ou rien pour terminer
point--->11

point numero 2 de la description, ou rien pour terminer
point--->10

point numero 3 de la description, ou rien pour terminer
point--->18

point numero 4 de la description, ou rien pour terminer
point--->23

point numero 5 de la description, ou rien pour terminer
point--->34

point numero 6 de la description, ou rien pour terminer
point--->35

point numero 7 de la description, ou rien pour terminer
point--->

fig. 4.11 correction de l'unité spatiale numéro 5

numero de l'unite erronnee, ou rien pour terminer--->

fig. 4.12 fin de correction de descriptions

4.2.4. Edition du fichier de description.

Lorsque le menu s'affiche, l'option numéro 4 assure l'impression de tout ou partie d'un fichier de description de contours. Le programme demande le nom du fichier, l'unité spatiale initiale et l'unité spatiale finale (fig. 4.13). Par exemple, dans le cas des cinq premières unités spatiales du fichier CMT, on obtient pour chaque unité, son rang dans le fichier, son identifiant, la liste des points du fichier de numérisation pour décrire son contour (fig. 4.14). Notons que si aucun point initial n'est donné (c'est-à-dire si l'opérateur tape directement sur la touche "ENTREE" à cette question), c'est la totalité du fichier qui sera éditée. De même, si aucun point final n'est choisi, le fichier fera l'objet d'une édition, à partir de l'unité spatiale initiale, jusqu'à la dernière unité décrite.

```

unite spatiale numero    1, identifiant wt001
 1 2 3 4 5 6 7 8 9

unite spatiale numero    2, identifiant wt003
10 11 12 13 14 15 16 17 18

unite spatiale numero    3, identifiant wt004
19 20 21 22 23 10 17 16

unite spatiale numero    4, identifiant wt005
24 25 26 27 28 29 30 31 32 33

unite spatiale numero    5, identifiant wt012
11 10 18 23 34 35

```

fig. 4.14 édition partielle du
fichier de description

```

Description de contours - EMBRAPA/GRSTOM - P. VANIEZ - Mai 1986

Choisir une fonction

    1. creation d'un fichier
    2. ajout d'unites spatiales
    3. correction d'unites spatiales
    4. edition d'un fichier
    5. cartographie d'une unite spatiale
    6. generation fond de carte
    7. cartographie d'un fond de carte
    0. terminer

votre choix--->4
nom du fichier de contours ? (1 a 6 lettres)--->cmt
numero de l'unite initiale, ou rien si tout le fichier--->1
numero de l'unite finale, ou rien si derniere unite--->5

```

fig. 4.13 menu initial et édition du fichier de description

4.2.5. Tracé des contours d'une unité spatiale.

L'option numéro 5 permet de visualiser le résultat de la description des unités spatiales. Pour ce faire, il est nécessaire d'indiquer au programme non seulement le nom du fichier de description, mais aussi celui

de numérisation des points (fig. 4.15). Le programme demande alors le numéro de l'unité spatiale à tracer (fig. 4.16). Apparaît alors le dessin de l'unité choisie pour laquelle on donne également son identifiant (fig. 4.18). En tapant une fois sur la touche ENTREE, il est possible d'afficher une autre unité en donnant son numéro ou bien d'achever le

```

Description de contours - ENBRAPA/ORSTOM - P. WANIEZ - Mai 1986

Choisir une fonction

    1. creation d'un fichier
    2. ajout d'unites spatiales
    3. correction d'unites spatiales
    4. edition d'un fichier
    5. cartographie d'une unite spatiale
    6. generation fond de carte
    7. cartographie d'un fond de carte
    0. terminer

votre choix--->5
nom du fichier de contours ? (1 a 6 lettres)--->cmt
nom du fichier de points ? (1 a 6 lettres)--->pat

```

fig. 4.15 menu initial et cartographie d'une unité spatiale

```

numero de l'unite spatiale, ou rien pour terminer--->7

```

fig. 4.16 choix de l'unité spatiale à cartographier

traitement en tapant une seconde fois sur "ENTREE". Le tracé des contours est indispensable au repérage des deux types d'erreurs suivants : en premier lieu, des erreurs de numérisation à proprement parler, dues à un dysfonctionnement de la table à numériser; ce cas est représenté sur la figure 4.19 : le dessin est bien proportionné, mais une coordonnée est manifestement fautive. En second lieu peuvent apparaître des erreurs de description provenant d'une mauvaise saisie de celle-ci ou bien d'une erreur de

relevé d'un numéro de point entrant dans la description; la figure 4.20 donne un bon exemple de cette situation : l'unité spatiale est toute petite et un seul point est situé très loin de tous les autres. Pour réparer ces erreurs, il faut éditer le fichier de description et celui des points et, pour chaque unité erronée, faire les corrections nécessaires soit avec CONTIGRAF si le problème se situe dans la description, soit avec POINGRAF si c'est une erreur de numérisation.

numero de l'unité spatiale, ou rien pour terminer--->

fig. 4.17 fin de la cartographie d'une unité spatiale

identifiant wt017

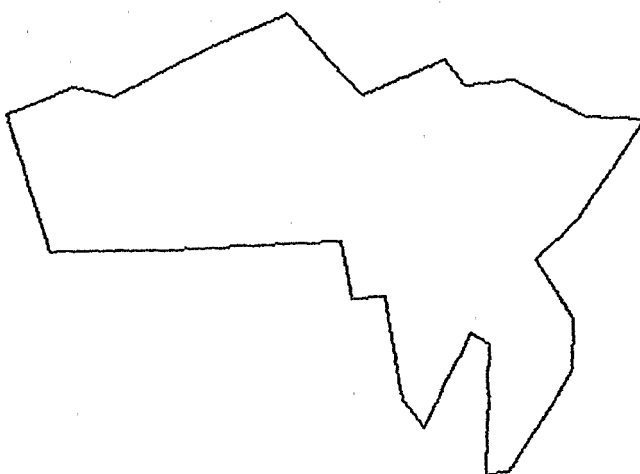


fig. 4.18 cartographie de l'unité spatiale numéro 7

identifiant wt017

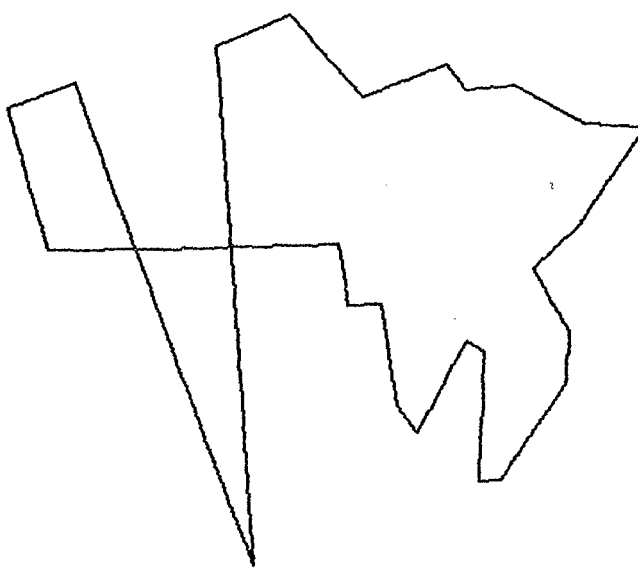


fig. 4.19 premier type d'erreur de numérisation

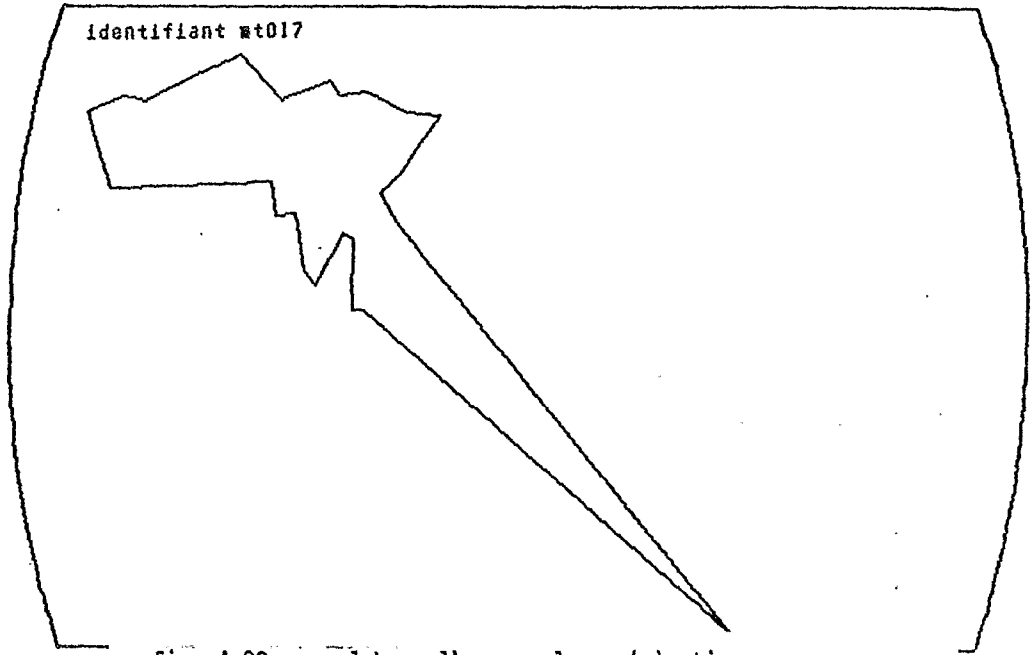


fig. 4.20 second type d'erreur de numérisation

4.2.6. Génération du fond de carte.

Après avoir vérifié, unité spatiale après unité spatiale que les fichiers de numérisation et de description sont corrects, il est possible de générer le fond de carte comme le montre la figure 4.21. En choisissant l'option numéro 6, l'opérateur doit donner le

nom du fichier de description des contours, celui de numérisation des points et celui du fond de carte (commençant obligatoirement par la lettre "F", pour Fond) résultant de l'association des deux premiers. Notons que le temps de traitement peut être assez long, de l'ordre de 300 points seulement par minute si on ne dispose que d'une unité de disquette.

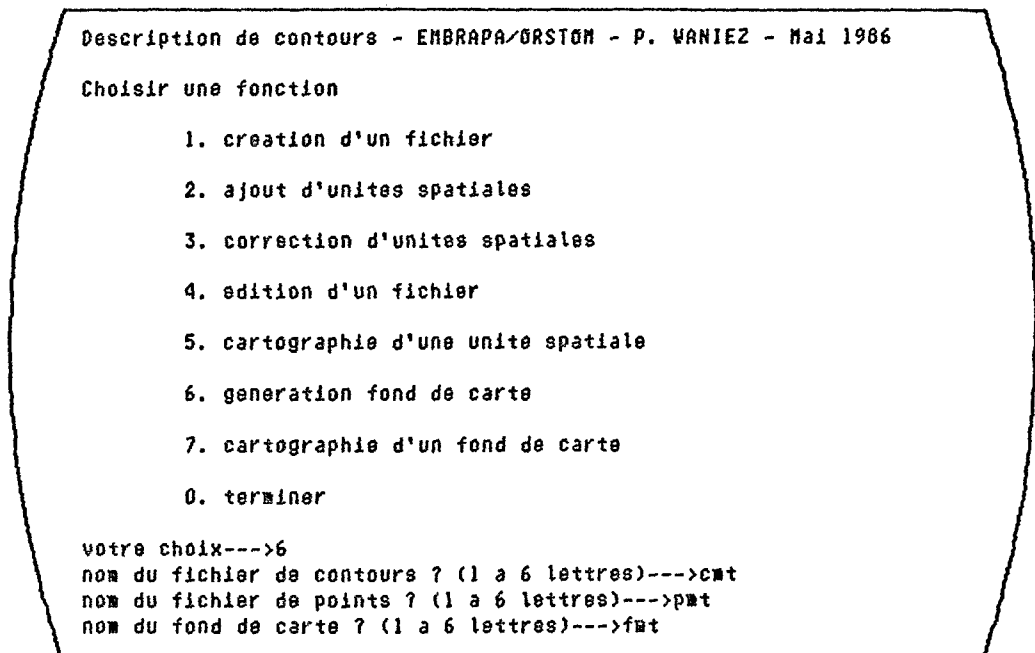
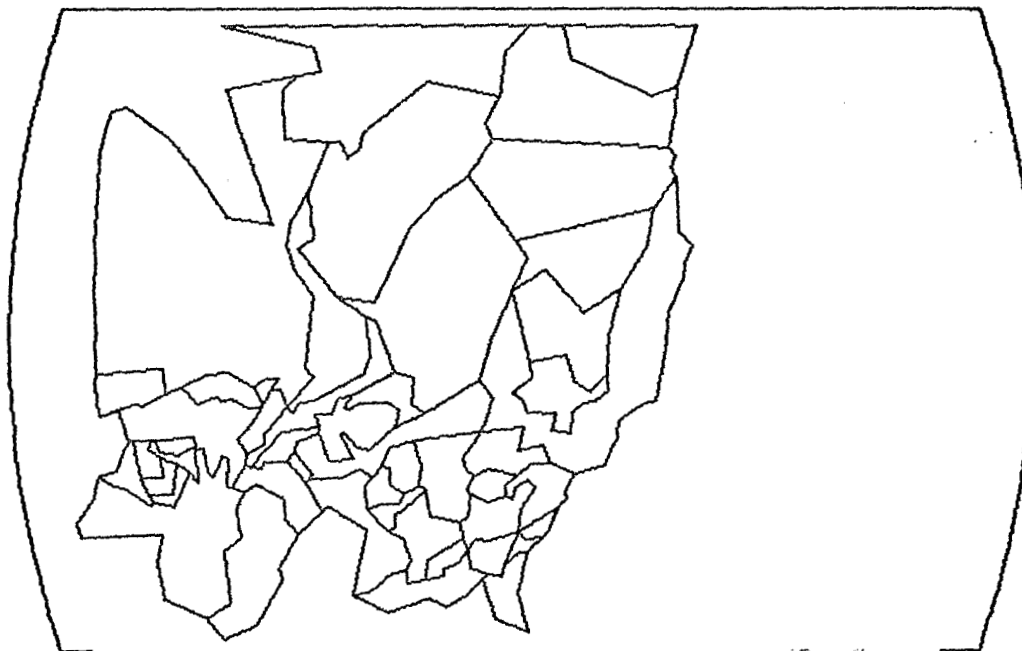
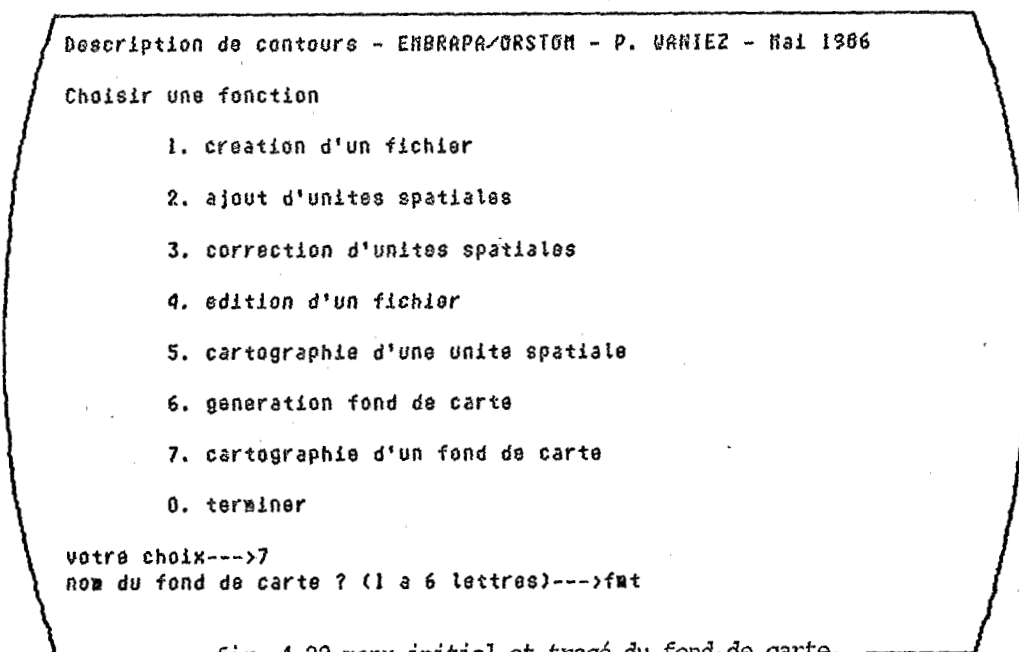


fig. 4.21 menu initial et génération d'un fond de carte

4.2.7. Cartographie du fond de carte.

Une fois généré, il est utile de tracer le fond de carte. A l'usage, il est apparu intéressant d'intégrer cette fonction à CONTIGRAF comme moyen de vérification de la validité de l'ensemble du travail. Il suffit simplement de choisir l'option numéro 7 et de donner le nom du fichier fond de carte à tracer (fig. 4.22). Le programme réalise ensuite le dessin du fond, unité spatiale par

unité spatiale, dans l'ordre où elles figurent dans le fichier de description des contours (fig. 4.23). A ce niveau, un dernier type d'erreur peut apparaître : deux lignes traversent une partie du fond de carte (fig. 4.24). Ceci arrive lorsque deux unités spatiales consécutives ont le même identifiant : il faut donc corriger le fichier de description des contours (avec l'option numéro 3), générer un nouveau fond de carte (avec l'option numéro 6) et afficher à nouveau le fond de carte.



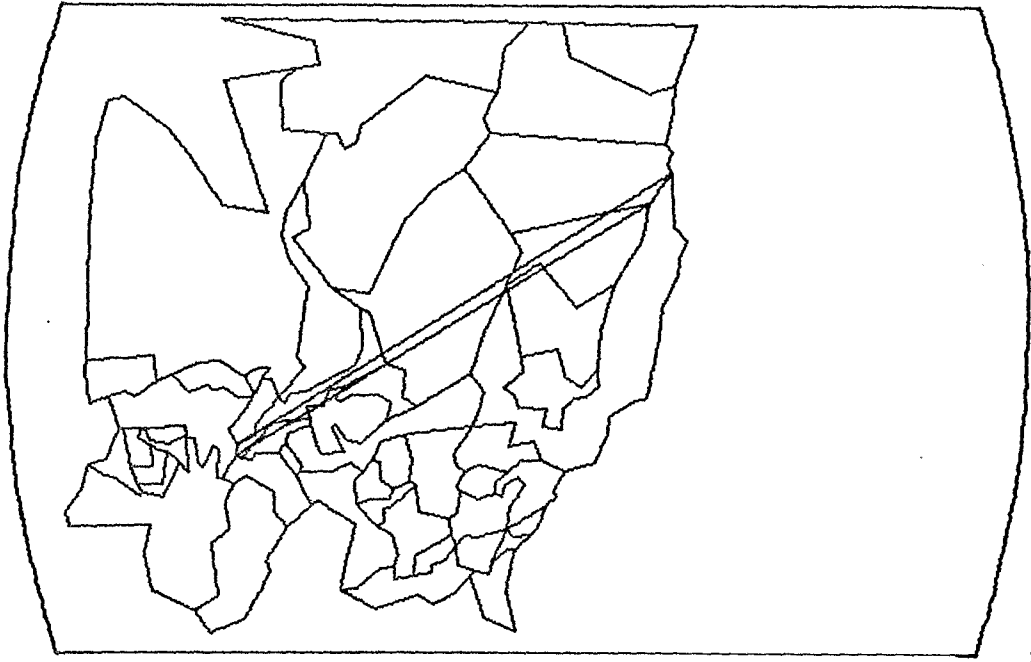


fig. 4.24 type d'erreur de description des contours

4.3. Texte commenté du programme CONTGRAF.

La structure du programme est directement calquée sur ce qui vient d'être dit des fonctions qu'il assure.

La première partie, lignes 70 à 270, assure l'affichage du menu; après l'effacement de

l'écran (ligne 110), le texte du menu apparaît (lignes 120 à 220). La demande du choix d'une option figure en ligne 230. La réponse est contenue dans la variable V; si sa valeur est inférieure à 1, l'exécution s'achève, si elle est supérieure à 7, le menu est à nouveau affiché car il n'y a pas de numéro d'option au-delà de 7.

```

10 REM -----
20 REM programme de description de contours P. WANIEZ
30 REM -----
70 REM -----
80 REM afficher le menu des fonctions disponibles
90 REM -----
100 REM
110 CLS
120 PRINT "Description de contours - EMBRAPA/ORSTOM - P. WANIEZ - Mai 1986"
130 PRINT
140 PRINT "Choisir une fonction": PRINT
150 PRINT "      1. création d'un fichier": PRINT
160 PRINT "      2. ajout d'unités spatiales": PRINT
170 PRINT "      3. correction d'unités spatiales": PRINT
180 PRINT "      4. édition d'un fichier": PRINT
190 PRINT "      5. cartographie d'une unité spatiale":PRINT
200 PRINT "      6. génération fond de carte":PRINT
210 PRINT "      7. cartographie d'un fond de carte": PRINT
220 PRINT "      0. terminer":PRINT
230 INPUT "votre choix ";V
240 IF V<1 THEN SYSTEM
250 IF V=7 THEN GOTO 2010
260 IF V>8 THEN GOTO 110
270 PRINT
280 REM

```

Mise à part la cartographie du fond de carte final, l'option numéro 7, les autres options nécessitent que soit donné le nom d'un fichier de description des contours et celui d'un fichier de numérisation. Les opérations de lecture des noms et d'ouverture des fichiers sont réalisées dans la seconde partie (lignes 290 à 450). La variable FIC\$ contenant le nom du fichier de description des contours est lue en ligne 330 et les caractéristiques de sa valeur sont analysées en lignes 340 et 350 : si la longueur du nom de fichier est inférieure à 1 ou supérieure à 6, ou bien s'il ne commence pas par la lettre "C", le nom est à nouveau demandé. La ligne 360 ouvre deux fichiers : le premier (numéro d'unité logique #2) contiendra la description des contours proprement dite; le second (numéro d'unité logique #4), de même nom plus le suffixe "2" donnera le nombre d'unités

spatiales réellement décrites. L'exécution se poursuit en ligne 1080 si l'option choisie est l'édition de ce premier fichier. Sinon, un second nom de fichier est demandé en ligne 380, contenu dans la variable FCON\$: il s'agit du nom du fichier de numérisation associé au fichier de description donné plus haut. En lignes 390 et 400, les caractéristiques de ce nom sont analysées comme pour le premier nom, puis deux fichiers sont ouverts. Le premier (unité logique #3) contient les coordonnées des points et le second (unité logique #5), de même nom plus le suffixe "2" donne le nombre de points réellement numérisés. A partir de là, selon l'option choisie, l'exécution se poursuit en ligne 810 (pour la correction), ou en ligne 1380 (pour l'édition), ou en ligne 1800 (pour la génération du fond de carte final).

```

290 REM -----
300 REM nommer le fichier
310 REM -----
320 REM
330 INPUT "nom du fichier de contours ? (1 a 6 lettres)";FIC$
340 IF LEN(FIC$)>6 THEN GOTO 330: IF LEN(FIC$)<1 THEN GOTO 330
350 IF MID$(FIC$,1,1)<>"c" THEN GOTO 330
360 OPEN "R",#2,FIC$: FIC2$=FIC$+"2": OPEN "R",#4,FIC2$
370 IF V=4 THEN GOTO 1080
380 PRINT: INPUT "nom du fichier de points ? (1 a 6 lettres) ";FCON$
390 IF LEN(FCON$)>6 THEN GOTO 380: IF LEN(FCON$)<1 THEN GOTO 380
400 IF MID$(FCON$,1,1)<>"p" THEN GOTO 380
410 OPEN "R",#3,FCON$: FCON2$=FCON$+"2": OPEN "R",#5,FCON2$
420 IF V=3 THEN GOTO 810
430 IF V=5 THEN GOTO 1380
440 IF V=6 THEN GOTO 1800
450 REM

```

La troisième partie du programme, depuis la ligne 460 jusqu'à la ligne 790 assure la création du fichier de description ou bien l'ajout de descriptions à un fichier existant déjà (selon que l'on choisisse l'option numéro 1 ou 2). Un premier groupe d'instructions permet de savoir ce qu'il y a dans les fichiers : le nombre de points numérisés (ligne 500) et le nombre de descriptions (ligne 510). La ligne 520 calcule le numéro de la nouvelle description à saisir (NDES) et le numéro de la description antérieure (NANT). Après l'effacement de l'écran commence la saisie : le programme affiche le numéro de l'unité précédente ainsi que son identifiant (lignes 540 à 570) et

demande l'identifiant de la nouvelle unité spatiale dont le nom figure dans la variable IDU\$ (lignes 580 à 620). Si l'identifiant est vide, c'est-à-dire si l'opérateur a tapé directement sur la touche "ENTREE", un débranchement vers la ligne 780 assure la fermeture des fichiers et la fin de l'exécution (ligne 640). Notons que l'identifiant ne peut avoir une longueur supérieure à 7 (ligne 630). Commence alors la saisie de la description. Le programme demande la saisie de chaque point de la description (lignes 660 à 770); la lecture du numéro de point figure en ligne 700. Chaque numéro de point est rangé dans la chaîne de caractère de description DESCR\$. Un retour en

arrière vers la ligne 660 (en ligne 740) permet d'entrer un nouveau point. Si le numéro du point donné par l'opérateur est supérieur au nombre de points réellement numérisés, ce numéro n'est pas copié dans le vecteur de description et le point est à nouveau demandé (ligne 710). Si ce numéro est nul, c'est-à-dire si l'utilisateur a tapé directement sur la touche "ENTREE", c'est que la description de l'unité spatiale est achevée : un débranchement vers la ligne 750

(en ligne 720) permet de calculer le nombre de points nécessaires à la description, d'écrire ce nombre dans la première partie de la chaîne de description, d'écrire sur le fichier d'unité logique #2 l'identifiant de l'unité spatiale suivi de sa chaîne de description et, enfin, d'écrire sur le fichier d'unité logique #4 le nombre total d'unités spatiales réellement décrites (lignes 760). Un retour vers la ligne 520 permet de décrire une nouvelle unité.

```

460 REM -----
470 REM entrer les descriptions des contours
480 REM -----
490 REM
495 FIELD #5,4 AS CONP2$ : FIELD #4,4 AS NDES2$
497 FIELD #2,7 AS IDU2$,100 AS DESC2$
500 GET #5,1 : CONP=VAL(CONP2$)
510 NDES=0:IF V=2 THEN GET #4,1 : NDES=VAL(NDES2$)
520 NDES=NDES+1: NANT=NDES-1 : DESCR$=""
530 CLS
540 IDU$="aucun"
550 IF NANT<>0 THEN GET #2,NANT : IDU$=IDU2$ :
555 FMT2$="UNITE PRECEDENTE, NUMERO ####, IDENTIFIANT &&&&&&&"
560 PRINT USING FMT2$;NANT;IDU$
575 FMT1$="identifiant l'unité numero ####"
580 PRINT USING FMT1$;NDES
585 PRINT "(1 a 7 caractères), ou rien pour terminer"
610 IDU$=""
620 INPUT "identifiant ";IDU$
630 IF LEN(IDU$)>7 THEN GOTO 580
640 IF IDU$="" THEN GOTO 780
650 NPOINT=0
660 NPOINT=NPOINT+1: PT=0
670 PRINT
675 FMT3$="POINT NUMERO ### DE LA DESCRIPTION, OU RIEN POUR TERMINER"
680 PRINT: PRINT USING FMT3$;NPOINT
700 INPUT "point ";PT
710 IF PT>CONP THEN PRINT "ERREUR !": IF PT>CONP GOTO 680
720 IF PT=0 THEN GOTO 750
730 NPOINT=NPOINT+1: DESCR$=DESCR$+" "+STR$(PT)
740 GOTO 660
750 DESCR$=STR$(NPOINT-1)+" "+DESCR$ : LSET DESCR2$=DESCR$
755 LSET IDU2$=IDU$ : LSET NDES2$=STR$(NDES) : LSET DESC2$=DESCR$
760 PUT #2,NDES : PUT #4,1
770 GOTO 520
780 CLOSE #2: CLOSE #3: CLOSE #4: CLOSE #5
790 CLEAR : GOTO 70
800 REM

```

La correction de la description d'une unité spatiale constitue la quatrième partie du programme (lignes 810 à 1070). Après avoir effacé l'écran (ligne 860), le programme

demande le numéro d'unité spatiale à saisir à nouveau. Le processus est ensuite identique à la phase précédente de saisie des contours.

```
810 REM -----
820 REM corriger les unités spatiales
830 REM -----
840 REM
845 FIELD #2,7 AS IDU2$,100 AS DESC2$
847 FIELD #5,4 AS CONP2$ : FIELD #4,4 AS NDES2$
850 GET #4,1 : NDES=VAL(NDES2$): GET #5,1 : CONP=VAL(CONP2$)
860 CLS
870 NU=0
880 INPUT "numéro de l'unité erronée, ou rien pour terminer ";NU
890 IF NU<1 THEN GOTO 1050
900 IF NU>NDES THEN GOTO 880
910 GET #2,NU : IDU$=IDU2$ : DESCR$=DESC2$
920 PRINT: INPUT "identifiant ";IDU$ : LSET IDU2$=IDU$
930 NPOINT=0
940 NPOINT=NPOINT+1: PT=0
950 PRINT
955 FMT3$="POINT NUMERO ### DE LA DESCRIPTION, OU RIEN POUR TERMINER"
960 PRINT: PRINT USING FMT3$,NPOINT
970 INPUT "point ";PT
980 IF PT > CONP THEN PRINT "ERREUR !": IF PT>CONP THEN GOTO 960
990 IF PT=0 THEN GOTO 1020
1000 NPOINT=NPOINT+1: DESCR$=DESCR$+" "+STR$(PT)
1010 GOTO 940
1020 DESCR$=STR$(NPOINT-1)+" "+DESCR$ : LSET DESCR2$=DESCR$
1030 PUT #2,NU
1040 GOTO 860
1050 CLOSE #2: CLOSE #3: CLOSE #5 :CLOSE #4
1060 CLEAR : GOTO 70
1070 REM
```

Les lignes 1080 à 1370 assurent l'édition de tout ou partie du fichier de description des contours. Le programme demande le numéro de l'unité initiale. Si l'opérateur tape directement sur la touche "ENTREE", le numéro d'unité initiale est 1, le numéro d'unité finale est lu sur l'unité logique #4 et tout le fichier sera imprimé à partir de la ligne 1260 (lignes 1130 à 1160). Le programme demande ensuite le numéro de l'unité finale. A nouveau, si l'opérateur tape directement sur la touche "ENTREE", le numéro de l'unité

finale est lu sur l'unité logique #4 (lignes 1200 et 1210). Si le numéro de l'unité finale est supérieur au nombre total d'unités décrites, ce nombre lui est substitué (ligne 1230). En ligne 1240 est ouverte l'unité logique de l'écran nommée #6. Entre les lignes 1260 et 1340 se déroule la boucle d'édition. Chaque enregistrement est lu (ligne 1280), l'identifiant est imprimé (lignes 1290 et 1300), et DESCR\$ est imprimé directement. La ligne 1350 ferme les fichiers et le programme s'achève.

```

1080 REM -----
1090 REM éditer le fichier des descriptions des contours
1100 REM -----
1110 REM
1112 FIELD #2,7 AS IDU2$,100 AS DESC2$
1114 FIELD #4,4 AS NDES2$
1120 PRINT
1130 INPUT "numéro de l'unité initiale, ou rien si tout le fichier ";NI
1140 IF NI=0 THEN NII=1
1150 IF NI=0 THEN GET #4,1 : NF=VAL(NDES2$)
1160 IF NI=0 THEN GOTO 1240
1170 NII=NI
1180 PRINT
1190 NF=0
1200 INPUT "numéro de l'unité finale, ou rien si dernière unité ";NF
1210 IF NF=0 THEN GET #4,1 : NF=VAL(NDES2$)
1220 GET #4,1 : NFF=VAL(NDES2$)
1230 IF NFF<NF THEN NF=NFF
1240 OPEN "SCRN:" FOR OUTPUT AS #6
1260 FOR I=NII TO NF
1280 GET #2,I : IDU$=IDU2$
1285 FMT5$="UNITE SPATIALE NUMERO ####, IDENTIFIANT &&&&&&&"
1290 PRINT #6,USING FMT5$;I;IDU$
1295 DESCR$=DESC2$
1330 PRINT #6,DESCR$ : PRINT #6," "
1340 NEXT I
1345 INPUT V
1350 CLOSE #2: CLOSE #4: CLOSE #6
1360 CLEAR : GOTO 70
1370 REM

```

La cartographie d'une seule unité spatiale, la cinquième partie du programme CONFIGRAF diffère peu de la représentation d'un nuage de points à l'aide de l'option numéro 5 du programme POINGRAF. Le lecteur s'y reportera donc après avoir pris connaissance des quelques différences ci-dessous. La ligne 1470 demande le numéro d'unité spatiale à représenter. On range les coordonnées des points dans le tableau à deux dimensions VEC déclaré en ligne 1420; ceci se fait de la manière suivante : la boucle 1510 à 1570

considère chaque point de la description et va chercher dans le fichier de numérisation (unité logique #3) les coordonnées X et Y qui sont ensuite rangées dans VEC. Les lignes 1580 et 1590 calculent les unités du système d'axes en relation avec les caractéristiques de l'écran (comme dans POINGRAF). Commence alors, avec la boucle des lignes 1610 à 1710 le tracé du polygone. Pour chaque point sont calculées ses coordonnées dans le système d'axes (lignes 1620 à 1660). S'il s'agit du premier point, il n'y a pas de segment de droite à tracer, mais il faut quand même

retenir ses coordonnées pour la suite du traitement (lignes 1670 et 1680). Pour les points suivants, la fonction graphique `LINE` trace un segment de droite entre le point

courant et le précédent et cela point après point, pour tous les points, jusqu'à la fin de la boucle. La ligne 1720 ferme le polygone.

```

1380 REM -----
1390 REM cartographie d'une unité spatiale
1400 REM -----
1410 REM
1415 FIELD #2,7 AS IDU2$;100 AS DESC2$
1417 FIELD #5,4 AS CONP2$ : FIELD #4,4 AS NDES2$
1419 FIELD #3,7 AS IDU3$,5 AS XX$,5 AS YY$
1420 DIM VEC(60,2)
1430 MINX=1000000 : MINY=1000000
1440 MAXIX=-1000000 : MAXY=-1000000
1450 CLS
1460 GET #4,1 : NDES=VAL(NDES2$) : NU=0
1470 INPUT "numero de l'unité spatiale, ou rien pour terminer ";NU
1480 IF NU<1 THEN GOTO 1770
1490 IF NU>NDES THEN GOTO 1460
1495 PO=1
1500 GET #2,NU : IDU$=IDU2$ : DESCR$=DESC2$ : POS1=INSTR(PO,DESCR$," ")
1505 NBPT=VAL(MID$(DESCR$,1,POS1)) : PO=PO+1 : IF NBPT=0 THEN GOTO 1500
1510 FOR I=1 TO NBPT
1511 POS1=POS1+1 : POS2=INSTR(POS1,DESCR$," ")
1512 L1=POS2-POS1 : P=VAL(MID$(DESCR$,POS1,L1)) : IF P=0 THEN GOTO 1511
1513 GET #3,P : X=VAL(XX$) : Y=VAL(YY$)
1514 POS1=POS2
1520 VEC(I,1)=X : VEC(I,2)=Y
1530 IF MINX>VEC(I,1) THEN MINX=VEC(I,1)
1540 IF MAXIX<VEC(I,1) THEN MAXIX=VEC(I,1)
1550 IF MINY>VEC(I,2) THEN MINY=VEC(I,2)
1560 IF MAXY<VEC(I,2) THEN MAXY=VEC(I,2)
1570 NEXT I
1580 PASX=MAXIX-MINX : PASY=MAXY-MINY
1585 IF PASX>PASY THEN PAS=PASX ELSE PAS=PASY
1590 PASX=639/PAS : PASY=199/PAS
1600 CLS
1605 SCREEN(2)
1610 FOR I=1 TO NBPT
1620 X=VEC(I,1)-MINX
1630 Y=VEC(I,2)-MINY
1640 X=X*PASX*.7
1650 Y=Y*PASY
1660 Y=199-Y
1670 IF I=1 THEN XDEB=X : IF I=1 THEN YDEB=Y
1680 IF I=1 THEN XANT=X : IF I=1 THEN YANT=Y : IF I=1 THEN GOTO 1710
1690 IF I>1 THEN LINE (XANT,YANT)-(X,Y),1
1700 XANT=X : YANT=Y
1710 NEXT I
1720 LINE (XANT,YANT)-(XDEB,YDEB),1
1725 FMT6$="IDENTIFIANT &&&&&&&"
1730 PRINT USING FMT6$,IDU$
1750 INPUT V
1760 GOTO 1430
1770 CLOSE #2 : CLOSE #3 : CLOSE #4
1780 CLEAR : GOTO 70
1790 REM

```

La sixième partie du programme génère le fond de carte à partir des fichiers de numérisation et de description des contours (lignes 1800 à 1990). Le programme demande d'abord le nom du fond de carte (ligne 1850) et vérifie la cohérence de la réponse (lignes 1860 et 1870). En ligne 1880, deux fichiers sont ouverts : le premier (unité logique #7) contiendra le fond de carte proprement dit; le second ayant le même nom que le premier plus le suffixe "2" renfermera le nombre d'enregistrements du fond de carte. En ligne 1890 est lu sur le fichier #4 le nombre de descriptions d'unités

```

1800 REM -----
1810 REM générer un fond de carte
1820 REM -----
1830 REM
1840 PRINT
1850 INPUT "nom du fond de carte ? (1 a 6 lettres) ";FOND$
1860 IF LEN(FOND$)>6 THEN GOTO 1840: IF LEN(FOND$)<1 THEN GOTO 1840
1870 IF MID$(FOND$,1,1)<>"f" THEN GOTO 1840
1880 OPEN "o",#7,FOND$: FOND2$=FOND$+"2": OPEN "o",#8,FOND2$
1882 FIELD #2,7 AS IDU2$,100 AS DESC2$
1884 FIELD #5,4 AS CONP2$ : FIELD #4,4 AS NDES2$
1885 OPEN "o",#9,"FONCAR"
1886 FIELD #3,7 AS IDU3$,5 AS XX$,5 AS YY$
1890 GET #4,1 : NDES=VAL(NDES2$)
1900 NUMM=0
1910 FOR I=1 TO NDES : PO=1
1920 GET #2,I : DESCR$=DESC2$ : POS1=INSTR(PO,DESCR$," ")
1925 NBPT=VAL(MID$(DESCR$,1,POS1)) : PO=PO+1 : IF NBPT=0 THEN GOTO 1920
1930 FOR J=1 TO NBPT
1932 POS1=POS1+1 : POS2=INSTR(POS1,DESCR$," ")
1934 L1=POS2-POS1 : P=VAL(MID$(DESCR$,POS1,L1)) : IF P=0 THEN GOTO 1932
1936 GET #3,P : X=VAL(XX$) : Y=VAL(YY$)
1938 POS1=POS2
1950 NUMM=NUMM+1: PRINT #7,IDU2$,CHR$(13),X,Y : PRINT #9,IDU2$,X,Y
1960 NEXT J
1970 NEXT I
1980 PRINT #8,NUMM
1990 CLEAR : GOTO 70
2000 REM

```

Nous touchons enfin au but avec la septième partie du programme : visualiser le résultat de la numérisation, c'est-à-dire le fond de carte (lignes 2010 à 2470). Le programme demande le nom du fond de carte (ligne 2050), vérifie la cohérence de ce nom (lignes 2060 et 2070) et ouvre le fichier contenant les points (unité logique #7), puis celui contenant le nombre de points (unité logique #8). Comme dans le cas du programme POINGRAF, on définit ensuite le système d'axes en fonction des valeurs minimales et maximales sur X et sur Y (lignes 2100 à 2180), puis les coefficients nécessaires au positionnement de chaque point dans le système d'axes (lignes

spatiales (NDES). Deux boucles imbriquées vont permettre de traiter tout d'abord l'ensemble des unités spatiales (lignes 1910 à 1970) et, pour chacune d'elles tous les points la composant (lignes 1930 à 1960). Chaque couple de coordonnées est rangé dans le fichier fond de carte en ligne 1950. A la fin de l'exécution de ces boucles, le nombre de points composant le fond de carte final est écrit sur l'unité logique #8 et le programme s'achève.

2190 et 2200). La boucle commençant en ligne 2210 et s'achevant en ligne 2350 assure le tracé du fond de carte polygone par polygone. Les coordonnées de chaque point sont lues sur l'unité logique #7 et transformées en fonction du système d'axes (lignes 2230 à 2280). S'il s'agit du premier point, un sous-programme s'exécute pour retenir son identifiant et ses coordonnées (appel en ligne 2290 et texte en lignes 2410 à 2430). Si l'identifiant du point en cours est différent du précédent, c'est qu'on vient de changer d'unité spatiale : un autre sous-programme ferme donc le polygone précédent et retient les coordonnées du point en cours (appel en

ligne 2310 et texte en lignes 2380 à 2400). Enfin, si l'identifiant du point en cours est identique à celui du précédent, c'est qu'il faut tracer le segment entre les deux points, ce que fait la ligne 2320, à l'aide de la fonction graphique LINE. Après quoi, on retient l'identifiant et les coordonnées du

point en cours qui devient le point précédent d'un nouveau point en cours (lignes 2330 et 2340). Ce processus est itéré jusqu'au dernier point du fond de carte. L'opérateur peut terminer en tapant sur la touche "ENTREE", ce qui provoque la fin du traitement.

```

2010 REM -----
2020 REM cartographie d'un fond de carte
2030 REM -----
2040 PRINT
2050 INPUT "nom du fond de carte ? (1 a 6 lettres) ";FOND$
2060 IF LEN(FOND$)>6 THEN GOTO 2040: IF LEN(FOND$)<1 THEN GOTO 2040
2070 IF MID$(FOND$,1,1)<>"f" THEN GOTO 2040
2080 OPEN "i",#7,FOND$: FOND2$=FOND$+"2": OPEN "i",#8,FOND2$
2090 INPUT #8,NUMM
2100 MINX=1000000!: MINY=1000000!
2110 MAXIX=-1000000!: MAXY=-1000000!
2120 FOR I=1 TO NUMM
2130 INPUT #7,IDU$,X,Y
2140 IF MINX>X THEN MINX=X
2150 IF MAXIX<X THEN MAXIX=X
2160 IF MINY>Y THEN MINY=Y
2170 IF MAXY<Y THEN MAXY=Y
2180 NEXT I
2185 CLOSE #7 : OPEN "i",#7,FOND$
2190 PASX=MAXIX-MINX: PASY=MAXY-MINY
2195 IF PASX>PASY THEN PAS=PASX ELSE PAS=PASY
2200 PASX=639/PAS: PASY=199/PAS
2210 CLS
2215 SCREEN(2)
2220 FOR I=1 TO NUMM: K=I-1
2230 INPUT #7,IDU$,X,Y
2240 X=X-MINX
2250 Y=Y-MINY
2260 X=X*PASX*.7
2270 Y=Y*PASY
2280 Y=199-Y
2290 IF I=1 THEN GOSUB 2410
2300 IF I=1 THEN GOTO 2350
2310 IF IDU$<>IDANT$ THEN GOSUB 2380
2315 IF I=NUMM THEN GOSUB 2435
2320 IF IDU$=IDANT$ THEN LINE (XANT,YANT)-(X,Y)
2330 IDANT$=IDU$
2340 XANT=X: YANT=Y: IDANT$=IDU$
2350 NEXT I
2360 INPUT T
2370 CLEAR : GOTO 70
2380 LINE(XANT,YANT)-(XDEB,YDEB)
2390 XDEB=X: YDEB=Y
2400 RETURN
2410 XANT=X:YANT=Y:XDEB=X: YDEB=Y
2420 IDANT$=IDU$
2430 RETURN
2435 LINE(X,Y)-(XDEB,YDEB)
2436 RETURN
2440 REM

```

! Voici, succinctement la signification des noms des variables dans l'ordre où elles apparaissent dans le programme.

DESCR Description d'une unité spatiale.
 V Numéro de l'option choisie dans le menu.
 FIC\$ Nom du fichier de description.
 FIC2\$ Nom du fichier contenant le nombre d'enregistrements du fichier FIC\$.
 FCON\$ Nom du fichier de numérisation associé au fichier description.
 FCON2\$ Nom du fichier contenant le nombre d'enregistrements du fichier FCON\$.
 CONT Nombre de points numérisés.
 NDES Nombre de descriptions.
 NANT Numéro de l'unité spatiale précédente.
 IDU\$ Identifiant d'une unité spatiale.
 NPOINT Nombre de points de la description.
 PT Numéro du point dans la description en cours.
 NPOIT Rang de PT dans DESCR.
 NU Numéro d'unité erronée.
 NI,NLI Numéro d'unité initiale.
 NF,NFF Numéro d'unité finale.
 TOT\$ Liste des points de numérisation d'une description.
 I,J Indices de boucles.

JJ Rang d'un point dans TOT\$.
 TOT1\$ Transformation caractère du numéro de chaque point.
 VEC Coordonnées des points pour le tracé d'une unité.
 MINX,MINY Valeurs minimales sur X et Y.
 MAXIX,MAXY Valeurs maximales sur X et Y.
 NBPT Nombre de points d'une description
 P Numéro de point dans une description.
 ID\$ Identifiant d'un point numérisé.
 X,Y Coordonnées d'un point numérisé.
 PASX,PASY Intervalle de graduation de chaque axe.
 PAS Plus grande étendue sur X ou sur Y.
 XDEB,YDEB Coordonnées du point initial d'un polygone.
 XANT,YANT Coordonnées du point antérieur dans le tracé d'un polygone.
 FOND\$ Nom du fichier fond de carte.
 FOND2\$ Nom du fichier contenant le nombre d'enregistrements du fichier FOND\$.
 NUMM Numéro d'un enregistrement dans le fichier fond de carte.
 K Semblable à JJ.
 IDANT\$ Identifiant du polygone antérieur à celui en cours de tracé.
 T Pour quitter le tracé du fond.

5. Conclusion.

Arrivé au terme de ce fascicule, le lecteur doit être en mesure de tenter seul la numérisation d'un fond de carte afin de produire par la suite des cartes thématiques.

A partir de la connaissance des méthodes élémentaires présentées ici, il pourra également aborder avec plus de sûreté d'autres travaux sur la numérisation, souvent plus difficiles.

Pour ce qui est des travaux de recherche ou d'étude réalisés au sein d'une ville ou d'une région visant à exploiter des données statistiques, la méthodologie proposée par les programmes POLINGRAF et CONIGRAF donnera de bons résultats à un coût modeste : on passera

ainsi des velléités aux réalisations. C'est cette méthode qui, par exemple, a permis de numériser le fond de carte des 885 municipios des Cerrados, au Brésil, dans le cadre du programme SISECSO. Mais l'important reste bien de découvrir les formes d'organisation de l'espace, ce à quoi la seule cartographie statistique ne peut suffire. Pouvoir tracer des dizaines de cartes en un temps record ne remplacera jamais l'efficacité des techniques d'analyse des données ou bien encore d'autres techniques, plus géographiques, comme par exemple l'analyse de surfaces de tendances. Cet ouvrage aura atteint son but lorsque le lecteur sachant réaliser des cartes avec un ordinateur s'attachera à mieux connaître le vaste domaine de l'analyse statistique de l'espace.

BIBLIOGRAPHIE.

BAXTER (R.) - 1976 -

Computer and statistical techniques for planners.
London, Methuen, 336 p.

BERTIN (J.) - 1977 -

La graphique et le traitement graphique de l'information.
Paris, Flammarion, 130 p.

BOURSIER et al. - 1985 -

PRAO, un système d'information géographique.
Technique et science informatiques,
Vol. 4, n. 6.

GROUPE DUPONT - 1986 -

Géopoint 86: cartes et pratiques géographiques.
Avignon, Groupe Dupont, à paraître.

LEBRAS (H.), TODD (E.) - 1981 -

L'invention de la France.
Paris, Laffont, 359 p.

MONKHOUSE (F.), WILKINSON (H.) - 1973 -

Maps and diagrams.
London, Methuen, 522 p.

MULLER (J.) - 1978 -

La cartographie thématique aux Etats-Unis.
L'Espace Géographique, pp. 139-149.

RECLUS - 1986 -

Mappemonde, revue trimestrielle internationale de cartographie.
Quatre numéros parus.

REY (V.) - 1984 -

La longue histoire des découpages territoriaux.
in Géoscopie de la France.
Paris, Minard, pp. 245-260.

RIMBERT (S.) - 1968 -

Leçons de cartographie thématique.
Paris, SEDES, 139 p.

THERY (H.) - 1986 -

Brasil.
Paris, Fayard/Reclus, 88 p.

WANIEZ (P.) - 1986 -

Les données et le territoire:
Initiation au traitement informatique des données spatialisées.
Paris, ORSTOM/RECLUS, 120 p.

TABLE DES MATIERES

0. INTRODUCTION.....	1
0.1 Banques de données et cartographie thématique.....	1
0.2 Un problème : la numérisation.....	1
0.3 Méthodes et programmes.....	1
0.4 Public.....	2
0.5 Auteurs.....	2
1. CARTOGRAPHIE THEMATIQUE ET INFORMATIQUE GRAPHIQUE.....	3
1.1 Cartographie thématique.....	3
1.1.1 Fond de carte.....	3
1.1.2 Données statistiques.....	3
1.1.3 Analyse d'un exemple : Evolution démogra- phique et population urbaine du Mato Grosso.	5
1.1.3.1 Variation de la population totale...	6
1.1.3.2 Population urbaine.....	8
1.1.3.3 Objets à numériser.....	11
1.2 Périphériques graphiques.....	11
1.2.1 Numériseurs.....	11
1.2.2 Terminaux graphiques.....	13
1.2.3 Traceurs électromécaniques.....	14
1.2.4 Traceurs électrostatiques.....	14
1.2.5 Traceurs à jet d'encre.....	14
1.2.6 Point de vue sur le choix d'une configuration.....	14
2. PRATIQUE DE LA NUMERISATION.....	15
2.1 Préparation du fond de carte.....	15
2.1.1 Support du fond de carte.....	15
2.1.2 Identification des objets à numériser.....	15
2.2 Station de numérisation.....	16
2.2.1 Micro-ordinateur IBM PC.....	16
2.2.2 Table à numériser MUTOH et son contrôleur...	16
2.2.3 Mise en service.....	18
3. POINGRAF : PROGRAMME DE NUMERISATION DE POINTS.....	19
3.1 Fonctions à réaliser.....	19
3.2 Mise en oeuvre de la méthode.....	19
3.2.1 Création d'un fichier de coordonnées.....	19
3.2.2 Ajout de points à un fichier de coordonnées.	21
3.2.3 Correction de points déjà numérisés.....	22
3.2.4 Edition du fichier de coordonnées.....	23
3.2.5 Affichage du nuage de points.....	24
3.3 Texte commenté du programme POINGRAF.....	25
4. CONTGRAF : PROGRAMME DE DESCRIPTION DE CONTOURS.....	33
4.1 Fonctions à réaliser.....	33
4.2 Mise en oeuvre de la méthode.....	34
4.2.1 Création d'un fichier de description.....	34
4.2.2 Ajout d'unités spatiales.....	36
4.2.3 Correction d'unités spatiales.....	36
4.2.4 Edition du fichier de description.....	39
4.2.5 Tracé des contours d'une unité spatiale.....	39
4.2.6 Génération du fond de carte.....	42
4.2.7 Cartographie du fond de carte.....	43
4.3 Texte commenté du programme CONTGRAF.....	44
5. CONCLUSION.....	53
BIBLIOGRAPHIE.....	53

Sur la cartographie au catalogue RECLUS:

Collection Reclus Modes d'Emploi:

Lena SANDERS, François DURAND-DASTES, L'effet régional: les composantes explicatives dans l'analyse spatiale (ISBN 2-86912-003-6; 48 p., 48 F).

Colette CAUVIN, Henri REYMOND, Nouvelles méthodes en cartographie (ISBN 2-86912-005-2; 56 p.; 48 F).

Colette CAUVIN, Henri REYMOND, Abdelaziz SERRADJ, Discrétisation et représentations cartographiques (ISBN 2-86912-010-3; 120 p.; 58 F).

Hors collection:

Philippe WANIEZ, Les données et le territoire: initiation au traitement informatique des données spatialisées (ISBN 2-86912-013-8; 115 p.; 80 F).



Co-édition Fayard-Reclus

(vente en librairie)

Roger BRUNET, La carte mode d'emploi (ISBN 2-213-01848-0; 270 p.; 198 F).

Hervé THERY, Atlas du Brésil (ISBN 2-213-01794-08; 80 p.; 79 F).

Robert FERRAS, Atlas d'Espagne (ISBN 2-213-01793-X; 96 p.; 95 F).

Roger BRUNET, Atlas mondial des zones franches et des paradis fiscaux (ISBN 2-213-01798-0; 80 p.; 120 F).

Daniel MATHIEU, Jean PRAICHEUX, Sports en France (ISBN 2-213-02007-8; 120 p.; 140 F).

Prix: 40 F