

L'ENJEU DE L'INFOGRAPHIE

Eléments de réflexions sur l'infographie ou la cartographie assistée par ordinateur pour les géographes de l'ORSTOM.

G. DANDOY, géographe
Département D, U.R. 502
Marc SOURIS, Ingénieur informaticien,
DIVA, Infographie

Selon un premier bilan dressé en janvier 1984, sur douze projets ORSTOM faisant appel à la cartographie assistée par ordinateur, sept d'entre eux étaient initiés par des géographes ou les concernaient directement. S'il y a donc, de la part des géographes un intérêt très net pour les techniques de l'infographie, il faut néanmoins constater qu'il ne s'agit pour lors que de projets dont le développement s'effectue lentement.

Si une demande existe donc, on doit également constater que les moyens consacrés par l'ORSTOM à ces techniques semblent très faibles tant en personnel qu'en matériel (cf. organigramme de la cellule informatique de la DIVA), alors que d'autres organismes, peut-être mieux équipés, paraissent plus avancés dans ce domaine (1).

L'effort d'information, réflexion et coordination déjà entrepris au niveau de la Direction Générale (cf. dossier du 16 janvier 1984) devrait, nous semble-t-il, être relayé particulièrement par les géographes dans les divers départements et unités de recherche où ils se trouvent impliqués. C'est la raison pour laquelle, comme nous l'a suggéré le bureau permanent de l'ex-comité technique de géographie, il nous paraît important :

- 1) de présenter une synthèse, même partielle, des informations dans le domaine de l'infographie et des systèmes d'informations géographiques;
- 2) de lancer quelques pistes de réflexions, ceci afin d'affirmer le rôle du géographe dans l'évolution de l'outil cartographique qui devrait demeurer son moyen d'expression privilégié, dans son double aspect d'outil de traitement des données spatialisées et de moyen de présentation des résultats.

1. REMARQUES GENERALES SUR LES APPORTS ET LES IMPLICATIONS DE L'INFOGRAPHIE

1.1. Remarques préalables

Dans le titre de cette note, nous avons utilisé le terme d'infographie de préférence à d'autres expressions ou périphrases telles que cartographie automatique ou numérique ou cartographie assistée par ordinateur. En effet, le terme d'infographie associant informatique et graphique en général paraît d'un usage plus commode (formulation plus

ramassée) et plus approprié car il englobe l'ensemble des possibilités d'expression graphique, même si la carte en demeure, pour le géographe, la part essentielle. Si donc notre exposé reste essentiellement consacré aux problèmes cartographiques, on pourra aisément garder à l'esprit toutes les possibilités qui s'offrent également dans le domaine des plans, courbes, graphiques, histogrammes et de l'image en général.

Si les premières réalisations infographiques datent des années 60 (comme par exemple la carte des densités de population du Royaume-Uni, publiée en 1966), le développement de l'infographie est étroitement lié à une série d'évolutions technologiques récentes :

- les progrès considérables de l'informatique,
- dans le domaine des périphériques, la mise au point d'appareils de saisie numérique, des données et de restituteurs d'image et plus généralement d'une large gamme de périphériques graphiques,
- l'arrivée au stade quasi-opérationnel de la téledétection spatiale pourvoyeuse d'une masse considérable d'informations directement numérisées,
- enfin, "la vulgarisation de la graphique, science spécifique de la traduction visuelle des données, qui a rationalisé, étendu et généralisé les applications de la cartographie (2).

La complémentarité évidente entre ces quatre phénomènes a permis de donner un nouvel élan et de nouvelles dimensions à l'expression cartographique.

1.2. Les apports de l'infographie

L'introduction de l'informatique et de la robotique dans le domaine de la cartographie permet en effet d'assurer les deux fonctions traditionnelles de la carte (en l'occurrence la mémorisation et l'illustration des rapports dans l'espace) en améliorant l'efficacité. Mais, surtout et c'est là son intérêt majeur, elle autorise des manipulations, des traitements, des intégrations ou des modélisations des informations spatialisées, fort difficiles voire impossibles à réaliser par des méthodes et des moyens plus classiques.

Comme le souligne D. KING dans un rapport sur cartographie et informatique (INRA, SES, CPF, février 1984), l'apport de l'informatique à l'expression cartographique concerne trois aspects principaux :

- Mémoire et gestion des informations spatialisées

L'ordinateur démultiplie la fonction mémoire de la carte" en permettant la prise en compte d'une masse de plus en plus considérable et de plus en plus rapide des faits de répartition.

Par des possibilités de mise à jour continuelle, il permet de suivre l'évolution de plus en plus rapide des faits de répartition.

- Calcul et modélisation

L'ordinateur couplé avec un système de visualisation interactif permet de multiplier les calculs de seuils par exemple et de choisir ainsi la meilleure représentation tout en épargnant certaines tâches répétitives aux réalisateurs de la carte. Il facilite une sélection rapide du phénomène recherché, et autorise également le changement rapide d'échelle et de projection.

Les capacités de calculs donnent la possibilité, à l'aide d'algorithmes d'extrapolation-intrapolation spatiale, de générer des champs ou de tracer des isolignes en partant de données ponctuelles.

Enfin, il permet d'aborder des modélisations ou "des synthèses complexes, impossibles à réaliser manuellement et d'envisager des scénarios évolutifs dans le temps" (D. KING).

- Visualisation et restitution graphique

Le couplage de l'ordinateur avec des écrans de visualisation, des imprimantes, des traceurs ou des reconstituteurs d'image aboutit à une gamme très variée de sorties graphiques, allant du document noir et blanc le plus simple aux typons destinés à l'impression. Le caractère souvent rapide de ces productions et leur faible coût relatif font de ces cartes autant des documents de travail que des illustrations accompagnant un texte.

En conclusion, on peut dire que ces divers apports de l'infographie aboutissent :

1) à élargir le champ et l'usage de l'expression cartographique : à titre d'exemple on peut signaler la part importante et nouvelle attribuée à la cartographie dans les documents de l'INSEE pour résumer l'information en la visualisant;

2) à enlever à la carte thématique classique son caractère "définitif", toujours plus ou moins illusoire, qui était largement lié à la lourdeur des procédures d'élaboration graphique (quant aux temps et aux coûts). La carte infographique devrait ainsi devenir un document "banalisé", au bon sens du terme, et un document de travail d'un usage courant aux divers stades d'élaboration d'une recherche par exemple;

3) à conférer à la carte son caractère utilitaire. En effet, par leur souplesse et leur rapidité, les systèmes d'informations géographiques deviennent de véritables outils d'aide à la décision.

On insistera enfin sur la distinction à établir entre l'infographie, telle que nous l'entendons, et les techniques d'automatisation de la rédaction des cartes qui n'en sont qu'un aspect. L'infographie suppose des possibilités de manipulation des données géographiques, de croisement de cartes générant de nouvelles cartes ce qui dépasse donc la seule opération de restitution automatique de cartes préalablement numérisées. Ceci implique la mise en place de moyens, de méthodes et de logiciels, d'un ensemble intégré dénommé Système d'Information Géographique (S. I. G.).

L'intérêt et les applications de ces S.I.G. dépassent largement le cadre strict de la géographie. Comme on le voit dans le tableau ci-joint (3), il intéresse des domaines aussi variés que ceux du génie civil, du cadastre, de la gestion des ressources naturelles.

2. PROBLEMES POSES PAR LA MISE EN OEUVRE D'UN SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG)

La mise en oeuvre d'un SIG suppose la constitution d'une base de données localisées et la mise en place d'une infrastructure (en matériels et logiciels) qui varie en fonction de la nature et du volume des informations à traiter ainsi que des besoins des utilisateurs. Nous aborderons ces problèmes en suivant les diverses étapes de la mise en oeuvre depuis la conception d'un projet jusqu'aux phases de restitution cartographique.

2.1. L'analyse du projet

Le recours aux techniques de l'infographie ne se justifie que dans le cadre d'une étude systématique (le plus souvent à l'échelle régionale, voire nationale) où va être pris en compte un nombre parfois considérable de paramètres localisés. En outre, à toutes les étapes du projet vont se poser des problèmes de méthodes et de choix techniques avec des implications au niveau scientifique. C'est la raison pour laquelle il importe de réaliser, entre les utilisateurs et les informaticiens une analyse précise des objectifs à atteindre.

Elle devrait aboutir à la définition d'un véritable système adapté aux besoins immédiats des utilisateurs mais suffisamment ouvert et évolutif pour permettre des ajouts et améliorations ultérieurs. Il n'existe pas en effet de systèmes à tout faire dans ce domaine et les systèmes "clé en main" semblent condamnés à décevoir l'utilisateur.

Avant d'entreprendre toute opération sur le terrain, il est donc nécessaire d'établir le schéma conceptuel du domaine que l'on veut étudier et définir le contenu et l'information à recueillir.

2.2. Recueil de l'information

De même que pour une enquête statistique pour laquelle est prévu un dépouillement et une exploitation informatique, le recueil de l'information devra obéir à certaines règles de systématique et de rigueur au niveau de l'élaboration des fiches d'observation et du géocodage des valeurs des variables descriptives. On insistera en particulier sur :

- la localisation précise des points d'observation par rapport à un système de référence géographique unique;
- le soin à apporter au codage de chaque unité dans le cadre d'un modèle pré-établi;
- la nécessité de ne prendre en compte que des données brutes à l'exclusion des caractères issus de synthèses partielles.

Ces impératifs au niveau de la localisation et du codage expliquent les difficultés de traitement informatique des données qui n'ont pas été spécifiquement enregistrées dans ce but car elles exigent alors un recodage long et fastidieux avec risque de perte d'informations.

2.3. La saisie des données

"La particularité des banques cartographiques réside dans un système de fichiers : il doit y avoir jumelage entre celui des données de localisation (les paires de coordonnées X,Y) et celui des données de contenu (géocodage des valeurs de contenu symbolisé ici par Z)" (4).

On peut donc diviser l'information cartographique en deux parties, l'ensemble graphique (localisation), l'ensemble descriptif (valeur des variables attachées à la localisation), qui pourront être saisies séparément et sur des sites différents pour autant que l'on puisse assurer, au moment du stockage sur support informatique, la mise en relation des deux ensembles.

a) Saisie des données graphiques

La digitalisation (c'est à dire la transformation des positions en chiffres) ou numérisation des éléments graphiques (points, lignes ou polygones) peut s'effectuer tout à fait manuellement, à l'aide d'un papier millimétré (mais c'est alors une opération très fastidieuse) ou de manière semi-automatique ou automatique selon deux types de techniques ou d'instruments :

- la "Méthode par vecteurs" consiste, avec une table à digitaliser ou coordinatographe, à pointer et suivre manuellement les traits d'une carte en enregistrant les coordonnées de chaque segment de trait. Son intérêt réside surtout dans la qualité de la saisie (précision) et la facilité qu'elle offre pour les changements d'échelle et tous les traitements géométriques. Cette technique convient particulièrement à la saisie de carte à implantation ponctuelle ou linéaire (réseaux). On signalera cependant les problèmes de temps et risques d'erreurs liés à cette méthode manuelle.

- la "Méthode raster" ou "Méthode maillée" implique l'utilisation d'un densitomètre à balayage ou scanneur (5), capable de numériser les niveaux de gris d'une carte point par point, selon un pas à déterminer une fois pour toute et qui induira la précision de la carte en fonction de la résolution choisie. Ce type de numérisation est adapté à la saisie des cartes à implantation zonale. Il est compatible, moyennant un calcul de recalage, avec des données satellitaires fournies également en mode maillé. Cependant le lecteur optique est un appareil si onéreux que seules quelques grandes sociétés ou organismes spécialisés peuvent le posséder (ex. IGN, SCET. AGRI...).

Enfin, du point de vue pratique, il est important de signaler que, pour l'une ou l'autre des méthodes utilisées on aura intérêt à entreprendre la numérisation sur une minute de terrain qui ne possèdera que le trait perdu (à l'exclusion de toute autre indication). Ce document devra être rédigé de préférence sur un support stable, avec un trait régulier et dont les contours seront bien fermés (6). Par ailleurs,

pour la numérisation au scanner, le document devra être réduit très soigneusement.

b) La saisie des données descriptives.

Plusieurs cas se présentent selon la nature et la variété des données à intégrer dans la base :

- s'il s'agit par exemple de statistiques collectées dans le cadre d'un système territorial hiérarchisé (commune, canton, sous-préfecture, etc) se référant à un découpage géographique unique, le problème est relativement simple. Il suffit d'avoir prévu un code de rangement (le géocodage des valeurs des variables de contenu) pour assurer le jumelage des zones avec des données descriptives.

- d'autres méthodes peuvent être utilisées, comme par exemple à l'INRA pour l'établissement de la carte des sols. Dans ce cas, après numérisation des contours, un programme spécifique réalise une numérotation des "patates". De son côté le pédologue porte sur son fond de carte le numéro d'identification de chacune de ses unités cartographiques et saisit le contenu des fiches descriptives de ces unités. Une table d'équivalence permettra d'assurer la liaison entre la numérotation de l'ordinateur et le numéro de l'unité de sol suivi de ses attributs descriptifs.

- par contre lorsqu'il s'agit d'intégrer dans une même base de données des informations localisées de nature, d'origine et de structure très diverses, le problème est beaucoup plus complexe. Dans ce cas un choix s'impose entre deux "politiques" :

- . soit saisir l'information en respectant sa structure d'origine, l'intégration ne se faisant qu'au niveau des traitements,

- . soit intégrer ces données très variées, dès la saisie en utilisant une structure unique ("par contour" ou "maillée compactée").

C'est ainsi que, dans le cas du projet d'informatisation de l'inventaire des ressources renouvelables de l'Equateur, on a prévu d'intégrer dans la base :

- des documents cartographiques à saisir à la table à numériser,

- des données ponctuelles à saisir au clavier ou déjà stockées sur bandes magnétiques (7).

Pour l'intégration dans la base, il a été nécessaire de prévoir des modules de saisie qui chargent les données sur disque, sans modification de structure. Les traitements se feront en mode maillé relatif pour chaque secteur au moment de l'interrogation.

2.4. Stockage et gestion des données

a) Organisation des fichiers et le S.G.B.D.

A l'issue de la phase de saisie des données, on se trouve en face de deux types de fichiers : d'une part, les fichiers graphiques comprenant le ou les fonds de carte numérisés et, d'autre part, les fichiers descriptifs contenant les données localisées et codées. Or ces ensembles de fichiers ne constitueront une base de données que si ils sont reliés et gérés par un SGBD (système de gestion de base de données). Selon GARDARIN, un SGBD "peut donc apparaître comme un outil de rangement, de recherche, d'assemblage et de conversion des données" (8). C'est un intermédiaire entre l'utilisateur et les mémoires où sont stockées les données. Il se compose de trois couches de fonctions empilées, depuis les mémoires secondaires vers l'utilisateur :

- 1) un système de gestion des fichiers (ou récipients des données),
- 2) un système d'accès aux données (SGBD interne),
- 3) un système de mise en forme des données pour la présentation aux usagers (SGBD externe) toujours selon le même auteur, un SGBD doit répondre à toute une série d'objectifs que l'on résumera sous la forme suivante :

- indépendance physique, c'est-à-dire l'indépendance des structures de stockage par rapport aux structures des données du monde réel. La structure des données dans le système informatique n'est liée qu'à des critères de performance et de flexibilité d'accès.

- indépendance logique : la multiplicité des utilisations possibles implique une relative indépendance entre la structure interne de la base et les exploitations que l'on compte en faire.

- manipulation des données par des non-informaticiens : interrogations, conceptions, mise à jour, introduction de nouveaux attributs, doivent pouvoir se faire au moyen de langages non procéduraux.

Ces objectifs sont réalisables dans la mesure où le SGBD est conçu en fonction d'une structure générale qui peut être de deux types :

- soit le modèle hiérarchique (codes emboîtés),
- soit le modèle relationnel (9). C'est ce dernier modèle qui semble le plus utilisé.

Un SGBD est donc un outil complexe qui nécessite des techniques d'accès évoluées pour pouvoir gérer un grand nombre de données (10*6 au minimum).

b) Les volumes de données.

On remarquera que le choix de la technique de structuration de l'information a des conséquences sur la taille des fichiers, les types de sorties et les temps de réalisation.

Ainsi une structure en mode vecteur occupera un volume plus réduit en

mémoire mais nécessitera un temps plus long pour la recherche de l'information sur les disques.

Par contre, un fichier maillé mobilisera un volume considérable en mémoire (environ 10 fois plus que le même fichier en mode vecteur, d'autant plus que le pas de numérisation sera fin et la carte complexe). Mais s'il simplifie certains traitements, il complique les sélections. On signalera que pour les problèmes de volume de fichiers, existent des techniques de compactage des données. On constate donc que les modes de structuration, les formes de stockage, ont des implications très concrètes au niveau de traitement et une influence sur les restitutions. Il faut également noter que les techniques de structuration et de gestion propres aux données géographiques sont encore du domaine de la recherche en informatique.

2.5. Les traitements

La mise en oeuvre des traitements suppose au préalable la disposition d'un logiciel ou d'une chaîne de programmes assurant une série de fonctions répondant aux besoins les plus variés. Cependant, pour permettre l'adjonction de nouvelles fonctions non prévues initialement, on aura intérêt à concevoir un logiciel modulaire.

En outre, il apparaît important de privilégier la rapidité des traitements de manière à donner au système le caractère conversationnel particulièrement utile pour un outil d'aide à la décision ou à la recherche. Les écrans graphiques vidéo, mis au point récemment, s'adaptent particulièrement bien à ce type de système.

Les diverses fonctions que doit assurer un système d'information géographique peuvent se regrouper sous trois rubriques :

1) au niveau de la numérisation, toute méthode de saisie doit être accompagnée d'une série de programmes permettant de réaliser :

- les corrections d'erreurs,
- la fermeture des zones,
- le lissage des contours et la vérification topologique.

2) au niveau du SGBD, une série de modules assureront les traitements proprement dits :

- mise à jour, insertion, modification des données graphiques et descriptives,

- interrogation de la base de données qui peut être géographique (fenestrage) ou sur des critères d'information descriptive,

. soit par sélection; elle débouche sur la production d'une image et de sa légende et d'un listing;

. soit par jointure : croisement de cartes (zone/zone, zone/point, point/point).

- calculs sur les résultats de l'interrogation :

- . histogrammes,
- . statistiques,
- . calculs métriques (surfaces, distances),
- . isovaleurs.

- croisement entre carte et imagerie satellite.

3) au niveau des restitutions graphiques des images créées :

- changement de projection et d'échelle,
- visualisation des fonds de carte,
- visualisation des images créées par l'interrogation,
- manipulation interactive des images :
 - . regroupement,
 - . changement de couleur ou de trame,
 - . zoom.
- représentation en deux ou trois dimensions.

2.6 Les sorties

Il existe une gamme extrêmement variée de périphériques de sortie graphiques que nous regrouperons en quatre familles selon le type de support sur lequel est restituée l'information.

a) les écrans graphiques pour les visualisations : au sein d'un SIG, ils représentent un élément essentiel dans la mesure où ils permettent avec le SGBD une véritable interactivité. Ces écrans (du type Péricolor ou Techtronix par exemple), outre le moniteur vidéo à haute définition, comprennent des mémoires graphiques (permettant l'affichage rapide et l'utilisation d'un grand nombre de couleurs) et un logiciel spécialisé.

b) imprimantes et traceurs sur support papier (en noir et blanc ou en couleur) :

- imprimante alphanumérique et système de copie d'écran (Hard-copy) qui peuvent produire des listages et des cartes,
- système de copie d'écran (Hard-copy),
- imprimante graphique (à aiguille, à marteau électrostatique, à jet d'encre, ex. PRINTRONIX),
- traceurs à plat ou à rouleau (ex. BENSON).

c) les reconstituteurs sur films ou couche à tracer, exemple VIZIR : scanneur de restitution sur film photographique.

d) les fichiers magnétiques : une modalité des sorties d'un système peut être la constitution d'un fichier des données calculées par les traitements.

Pour ce qui concerne les sorties cartographiques sur film ou papier, le

choix du matériel dépendra essentiellement de quatre critères :

- le type d'implantation et d'information que l'on veut traiter qui peut être résumé comme suit (10) :

Type d'implantation Type d'information	Ponctuelle	Linéaire	Zonale
qualitative	signes différentiels	figurés différents	trames diffé- rentielles
ordonnée	peu efficace	peu efficace	trames diffé- rentielles selon leur valeur (du blanc au noir)
quantitative	points de taille propor- tionnelle	épaisseur des lignes	semis régu- lier de points pro- portionnels
type de sortie	surtout traceur	exclusivement traceur	imprimante et traceur

- la qualité de la restitution souhaitée,
- la rapidité de la réalisation des sorties, (qui conditionne en partie la reproductibilité des documents),
- les formats,
- enfin et surtout les prix.

A travers quelques exemples présentés, nous pourrions mesurer les très grandes différences de facture des sorties infographiques qui vont du document de travail de médiocre qualité à la carte imprimée de facture classique.

On notera que ce tableau semble déjà dépassé si l'on tient compte des performances actuelles des systèmes graphiques.

2.7. Les types de système

Comme on l'a vu précédemment et à toutes les étapes, la mise en oeuvre d'un système infographique implique la constitution d'une chaîne d'équipements étroitement dépendants les uns des autres.

Dans des domaines aussi évolutifs que l'informatique et la robotique, il est parfaitement illusoire de faire le point définitif sur les matériels, les techniques et les méthodes. C'est la raison pour laquelle nous nous contenterons de décrire rapidement trois types de systèmes à travers trois exemples concrets correspondant à des situations et des objectifs très divers :

- l'exemple du Laboratoire de Micro-Infographie d'HYDERABAD illustrant les possibilités offertes par des moyens légers (micro-ordinateurs) dans un pays en voie de développement.

- le cas du Service des Sols de l'INRA qui développe un système de taille intermédiaire.

- un grand service spécialisé d'IGN, le département de cartographie thématique du service des applications nouvelles (SAN) pour illustrer un équipement lourd.

a) Le Laboratoire de Micro-Infographie de HYDERABAD, INDE (11)

1) aspects généraux

- domaine d'application : traitement et figuration graphique de données statistiques dans une optique de planification régionale.

- origine du projet : collaboration de l'université de Rouen (CRADER) et du Bureau of Economics and Statistics de l'Etat d'Andhra-Pradesh.

- état actuel du système : un réseau d'unités de campagne au niveau des districts, relié à un laboratoire central spécialisé constitue un système complet de traitement et de cartographie statistique.

2) caractéristiques d'utilisation

- mode de saisie : pour les cartes, digitaliseur-coordonatographe, saisie des données sur cartes perforées ou sur consoles.

- mode de restitution : traceur de courbes vectoriel.

3) caractéristiques et conception

- structure des données : stockage des cartes en mode vecteur.

- langage et ordinateur hôte : BASIC sur une sortie de micro-ordinateur (genre APPLE) relié par des MODEMS.

b) Exposé de D. KING

Présentation du logiciel développé à l'INRA pour la mémorisation et la restitution cartographique des unités de sols. Situation en juin 1982.

1) aspects généraux

- domaine d'application : aide à l'exploitation des données pédologiques.
- origine du projet : besoins INRA - SESCPF.
- état actuel du système : il est possible pour le moment de tracer de manière automatique des cartes multicritères monothématiques. Extension en cours pour la restitution de cartes plurithématiques (12).

2) caractéristiques d'utilisation

- modes de saisie : microdensitomètre pour la saisie des contours. Contrôles et mise à jour à l'aide d'un écran graphique. Saisie sur cartes perforées de fiches de description des unités cartographiques de sols (12).
- modes de restitution : imprimante graphique à aiguilles.
- traitements accessibles à l'utilisateur : choix d'une échelle. Choix de motifs de tracé pour la restitution des cartes. Calculs statistiques. Croisement de différentes cartes en cours de réalisation en 1982 (12).

3) caractéristiques de conception

- structure de données : stockage des cartes en mode maillé compacté par codage des longueurs des séquences de points de même couleur.
- langages et ordinateurs-hôtes : Fortran IV sur ordinateur Iris 80 de CII HONEYWELL BULL

c) Le Département de cartographie thématique (DCT) de l'IGN

Au sein du service des applications nouvelles (SAN), le Département de cartographie thématique n'est qu'un des maillons qui profite d'un environnement riche en moyens humains (effectif de 170 personnes) et matériels. Faute de document plus détaillé, une plaquette publicitaire présente le DCT.

3. SITUATION A L'ORSTOM3.1. Quelques points de comparaison

Tout en n'ignorant pas que dans ce domaine des systèmes d'informations géographiques c'est surtout aux Etats-Unis et au Canada que l'on trouve

les principales réalisations (souvent parvenues au stade opérationnel), nous nous limiterons à ce qui se fait en France.

A cette fin, nous avons essayé de répertorier les organismes qui utilisent ces techniques en les classant dans deux rubriques.

a) Les grands organismes spécialisés à vocation de production

Une enquête sur les applications opérationnelles de la technique informatique à la production des cartes, réalisée en 1982, a permis de dresser un tableau, incomplet, des moyens et des types de production réalisés par ces organismes (13).

On peut citer :

- le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine.
- le Service de l'Information Aéronautique.
- l'Inventaire Forestier National.
- le Service du Cadastre.
- la SCET-AGRI.
- le BRGM.
- ELF-Aquitaine.
- l'IGN.
- l'INSEE.

On remarquera :

1) que ces organismes font appel à des moyens très importants en hommes et en personnel qui n'ont rien de commun avec ceux des laboratoires de recherche;

2) que l'accent est mis sur l'aspect production automatique des cartes et non pas sur le traitement des informations. Le caractère opérationnel concerne donc surtout la partie aval que sont les restitutions.

3) que malgré ses moyens lourds, l'IGN n'est pas encore parvenu à automatiser complètement la production de ses cartes topographiques régulières;

4) que la part de la recherche dans ces organismes est importante comme par exemple à l'IGN où la DGT aborde les nouvelles utilisations des données thématiques numérisées et la constitution progressive de bases de données thématiques d'intérêt général destinée aux utilisateurs intérieurs ou extérieurs à l'IGN;

5) on fera une place à part pour l'INSEE et les services statistiques ministériels qui dans le domaine de la cartographie statistique ont développé leurs propres systèmes tout en faisant appel aux moyens de restitution de l'IGN.

b) Les universités, les organismes de recherche

Sans prétendre être exhaustifs, nous pouvons citer :

- l'Université de Rouen et le CRADER,
- l'Université de Besançon (ERA 778 du CNRS),

- l'Université de Nice (Laboratoire d'analyse spatiale),
- le CTAMN (Centre de Télédétection et d'Analyse du Milieu Naturel) de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines Valbonne.
- l'INRA (Service d'étude des sols et de la carte pédologique de France)
- l'Ecole des Mines de Fontainebleau,
- l'EHESS (Laboratoire de Graphique), Paris et Marseille.

Il s'agit en général de cellules aux effectifs et aux moyens réduits, mettant en place des systèmes fondés sur des mini ou micro-ordinateurs et élaborant leurs propres logiciels. Les sorties graphiques sont le plus souvent d'une facture moyenne ou médiocre mais ici l'accent est mis sur les traitements beaucoup plus que sur la restitution graphique.

Si tous ces laboratoires réalisent couramment des cartographies statistiques plus ou moins élaborées, rares encore, nous semble-t-il, sont ceux qui abordent le croisement de cartes thématiques. Dans ce domaine, l'INRA et le CTAMN semblent les plus avancés.

3.2. La situation à l'ORSTOM

Les problèmes de banques de données (à différencier des bases de données) et de traitement infographique sont abordés depuis déjà longtemps par divers services comme l'hydrologie, la pédologie (expérience de banque de données des sols) ou le Bureau de Télédétection (depuis 1976, cf. par exemple Lointier et Pieyns, Méthodologie de constitution d'une base de données d'occupation du sol par télédétection. ORSTOM Télédétection N° 4, 1981).

Mais ces divers tentatives se sont effectuées en ordre dispersé et semblent avoir toujours souffert du manque de moyens.

Or, la situation actuelle ne semble guère avoir évolué sur ces points.

En réponse à une circulaire de demande d'information de la Direction Générale (du 9/12/83), sont parvenus les descriptifs de douze projets. Outre le fait qu'il nous paraît incomplet, cet inventaire témoigne du caractère très disparate des projets (quant aux types d'information, aux méthodes et aux perspectives) si bien qu'il semble difficile d'en extraire les lignes de force qui pourraient conduire à la définition d'une politique de l'Office dans ce domaine. A notre connaissance, ce document n'aurait pas encore eu de suite. Reste que cette seule enquête indique que la mise en place de systèmes infographiques correspond à un intérêt et une demande très forte et au premier chef de la part des géographes.

Face à ces besoins évidents, la seule structure organisée, la cellule informatique de la DIVA ne dispose actuellement que de moyens très faibles.

Au niveau du matériel, elle ne dispose d'aucun moyen autonome :

- . sage partiel du Mini 6 du service informatique,
- . sorties graphiques réalisées au Bureau de Télédétection,
- . absence, jusque très récemment, de matériel de numérisation,

. absence de console de visualisation.

Au niveau du personnel, elle comprend deux ingénieurs et un technicien.

La cellule se consacre à la conception et à la réalisation d'un système d'informations géographiques, à structure SGBD, permettant la manipulation et le traitement des données localisées et la restitution cartographique. Ce système sera adapté sur matériel léger dans le cadre d'un projet MIR.

Enfin, les trois opérations en cours (Equateur, Martinique et surtout Vanuatu) servent de test à la mise au point des programmes.

On peut donc considérer que, pour l'instant, cette cellule n'est pas opérationnelle au point de pouvoir contribuer à d'autres projets que ceux actuellement pris en compte. Un renforcement en moyens et en personnel s'impose donc, ne serait-ce qu'au regard de la demande exprimée.

Si les géographes semblent déjà jouer un rôle moteur pour ce laboratoire, justement par l'intermédiaire des projets qu'ils soumettent, n'y aurait-il pas lieu de contribuer au développement de ce nouvel outil selon d'autres modalités ? Tel est le sens des interrogations et suggestions que nous proposons dans notre conclusion.

CONCLUSION

Comme on l'a déjà souligné plus haut, le domaine de l'infographie et des systèmes d'informations géographiques a trouvé, depuis une vingtaine d'années, des champs d'applications nombreux et variés et se trouve toujours en constante évolution. Cependant, même si des progrès considérables ont été accomplis, il importe de souligner aussi les limites et les implications de ces nouveaux outils.

En ce qui concerne les limites, on rappellera par exemple que la rédaction automatique des cartes de base fait encore partie du domaine de la recherche. On peut également évoquer les difficultés rencontrées dans les tentatives d'insertion des données satellitaires au sein des SIG ainsi que les problèmes d'intégration des données anciennes. En réalité, pour ce qui concerne bien des applications prévues et annoncées, le caractère opérationnel n'est pas encore assuré. Il reste donc une large part à la recherche et à la mise au point dans les domaines des matériels et des logiciels.

Par ailleurs, les implications et conséquences induites par l'usage de l'infographie et des SIG sont très nombreuses et ce sur divers plans :

- au niveau des coûts de l'infrastructure :

- . exigence d'un matériel encore onéreux (acquisition et maintenance), même si les mini-systèmes se développent rapidement,
- . nécessaire mise au point ou adaptation des logiciels qui mobilise des équipes d'informaticiens sur des détails souvent longs.

- au niveau des méthodes de travail :

Ce type d'outil d'analyses géographiques impose une plus grande rigueur aux divers stades d'élaboration d'une recherche :

- . schématisation conceptuelle du projet dès le départ,
- . recueil de l'information systématique et rigoureuse sur les plans de la validité et de la mise en forme correcte des données,
- . homogénéisation des nomenclatures,
- . nécessité du travail collectif et interdisciplinaire, associant au moins deux interlocuteurs, le géographe et l'informaticien.

- au niveau de l'approche conceptuelle.

Nous reprendrons ici une citation de C. Carvin et S. Rimbart selon lesquels : "Dés que l'on parle machine, on pense aux sorties de cartographie automatique dont les résultats graphiques sont aujourd'hui très satisfaisants... Ces aspects techniques, pour importants qu'ils soient, nous ont pourtant paru secondaires par rapport aux concepts et aux méthodes d'analyse de l'espace. Sans réflexion conceptuelle, les organes de sorties des ordinateurs ne pourront que répéter plus rapidement et plus abondamment les idées anciennes. Il y a là un risque non pas de progrès mais de régression dans la mesure où les points de vue périmés trouveront à s'épanouir comme jamais auparavant". L'accent doit donc être mis sur le traitement de l'information beaucoup plus que sur les problèmes de restitution cartographique.

De telles réflexions nous conduisent :

- d'une part à ne pas nous satisfaire de la situation de "sous-équipement" de l'infrastructure ORSTOM en matière d'infographie. Il faudrait obtenir en effet un renforcement notoire du matériel et du personnel de la cellule informatique de la DIVA.

- d'autre part, à nous interroger sur le rôle que nous pouvons et voulons jouer en tant que collectif de géographes dans le développement de cet outil. Pour notre part, nous suggérons d'entreprendre une action dans quatre directions :

. au niveau de l'information (à travers la collecte de la documentation, les contacts à nouer avec des laboratoires déjà avancés dans ce domaine, des visites à organiser), de manière à pouvoir juger des réalisations concrètes et opérationnelles (14);

. au niveau de la formation (en recherchant à l'extérieur les stages proposés sur ces systèmes, en attendant que l'ORSTOM soit en mesure d'en organiser);

. au niveau de la coordination : favoriser les échanges entre les actions déjà engagées, les projets à plus ou moins long terme de manière à établir une certaine cohésion (par ex. entre les géographes des Départements E et B);

. enfin, au niveau du recrutement : le recrutement d'un géographe ayant une bonne maîtrise de l'informatique et des techniques de l'infographie ne serait-il pas souhaitable ? ou plutôt serait-il préférable de recruter un informaticien initié à la géographie ?

Telles sont donc les suggestions que nous voudrions soumettre au débat.

En effet, l'enjeu de l'infographie consiste pour nous, géographes, à savoir si nous sommes décidés à maîtriser ces outils nouveaux pour mieux maîtriser notre espace et retrouver ainsi notre "deuxième souffle" qu'évoquait Y. GUERMOND dans un récent article du "Monde" (15).

NOTES

(1) encore faudrait-il vérifier cette assertion; telle est l'une des propositions formulées en conclusion.

(2) DECADE, 1984, Cartographie et Développement, M.R.E. Coopération et Développement, La Documentation Française, p.65.

(3) Jack DANGERMOND. Les systèmes d'information géographique in Bulletin du Comité Français de Cartographie - Fascicule n°96, juin 1983 - pp. 7-20.

(4) C. CARVIN et S. RIMBERT, 1976, p.156.

(5) on peut également utiliser une caméra de numérisation mais avec problème de déformation de l'image.

(6) mais, à défaut, tout document suffisamment élaboré pourra suffire à la numérisation.

(7) cf. J.P. TREUIL, Informatisation de l'inventaire des ressources renouvelables de l'Equateur. Présentation du dossier ORSTOM, Service Informatique, nov. 1981.

(8) G. GARDARIN, Bases de données. Les systèmes et leurs langages, Eyrolles - Paris 1984, p. 265.

(9) "Base de données relationnelles : base de données sont le schéma est un ensemble de schémas de relations dont les occurrences dont des tuples de ces relations" (GARDARIN, p. 68).

(10) cf. DECADE, 1984, p. 69.

(11) d'après DECADE, 1984.

(12) selon l'auteur, ces perspectives seraient actuellement modifiées.

(13) in Bulletin du Comité Français de Cartographie n° 99-100, 1984.

(14) il faut en effet être particulièrement attentif dans ce domaine à la différence entre les possibilités annoncées dans la littérature et les réalisations effectives.

(15) cf. Le Monde du 28.08.84, Géographie et Société, Le Deuxième Souffle par Y. GUERMOND.