

QUAND LES PROGRÈS TECHNIQUES CONDUISSENT À LA THÉORIE DE LA CARTOGRAPHIE

Par Sylvie RIMBERT, Présidente du Comité Français de Cartographie.

Paradoxalement, la réflexion sur la théorie de la cartographie est actuellement stimulée par des considérations pratiques liées au succès commercial de ses applications. Les progrès techniques et méthodologiques de ces quarante dernières années ont entraîné de tels enjeux économiques qu'il a fallu mieux définir droits et copyrights et, pour ce faire, fonder un cadre juridique sur la véritable nature de la carte contemporaine.

Comme le souligne J.-P. Grelot dans son essai (1), le code français ne définit pas ce qu'est une carte géographique. Il est donc difficile de la faire bénéficier de la protection juridique à laquelle peuvent prétendre les "œuvres de l'esprit". D'une part les producteurs de bases de données ne savent pas bien comment les protéger, d'autre part les utilisateurs-adaptateurs ne connaissent pas vraiment leurs droits d'accès à l'information géographique. Il convient donc de commencer par tenter de définir ce qu'est une carte.

La réflexion sur les définitions a déjà donné lieu, en France, à la publication du *Glossaire du Comité Français de Cartographie*. Malheureusement sa mise à jour n'a pas été effectuée récemment. C'est pourquoi, parmi de nombreuses propositions de définition, on s'arrêtera ici à la plus récente, celle qu'a émise l'Association Cartographique Internationale (ACI) le 3 septembre 1995 :

"carte géographique : une image codifiée de la réalité géographique, représentant une sélection d'objets ou de caractéristiques, relevant de l'effort créateur de son auteur par les choix opérés et destinée à être utilisée lorsque les relations spatiales ont une pertinence essentielle".

Certes, il y a beaucoup de cartes qui ne représentent pas la "réalité" observée : la cartographie théorique provenant de modèles géo-spatiaux, soit d'optimisation, soit de prévision, soit de simulation, n'est malheureusement pas prise en compte par cette définition ; par ailleurs, dans la réalité physique il y a de plus en plus de faits qui ne sont sensibles qu'à des capteurs spéciaux, par exemple les radars. Il y a donc toute une cartographie de l'invisible, soit conceptuelle, soit physique qui correspond à une "réalité géographique" assez particulière. Mais cette formula-

tion a au moins deux mérites : elle reconnaît l'existence d'auteurs apportant l'originalité de leurs choix thématiques, méthodologiques et techniques et elle insiste sur la possibilité de perception des relations géo-spatiales bi ou tri-dimensionnelles qui distinguent la carte d'un texte linéaire. En outre, en utilisant le terme d'image, plus général que celui de carte, elle laisse la porte ouverte à plusieurs supports et à plusieurs canevas : il peut s'agir du produit imprimé sur papier mais aussi de celui affiché sur écran et enregistré sur fichiers informatiques qui fournit, soit des cartes à échelle constante, soit des images sans projection définie que l'on qualifie, selon le type de support, de réelles, d'éphémères, ou de virtuelles.

Pour tenter de compléter cette définition de carte, on va essayer d'en distinguer les composantes. Il faut, au moins, prendre en compte quatre niveaux conceptuels pour faire exister une carte contemporaine :

- " l'espace cartésien " pour la localisation des données ;
- " l'espace thématique " des objets et des liens géographiques ;
- La définition des objectifs et des stratégies méthodologiques ;
- La visualisation.

Il y a déjà longtemps que plusieurs auteurs (H. Béguin, J. Thijsse (2) A. Moles (3) ont vu dans la carte un ensemble de coordonnées sur lequel est définie une distance et où sont localisés des objets géographiques dotés de caractères. Les coordonnées, structurées selon des canevas, appartiennent à " l'espace cartésien " et les caractères et attributs à l'espace thématique, également perçu comme " un espace psychologique " que l'on peuple d'objets géographiques. Sous la pression des nouvelles technologies et, en particulier, de la multiplication des bases de données, ces notions ont dû être reprises et l'on parle aujourd'hui plus volontiers de " systèmes de référence de localisation " et " d'information sémantique ". Dans le petit ouvrage très bien documenté que viennent de publier J. Denègre et F. Salgé (4) on trouvera de bonnes définitions des systèmes de référence directs (mathéma-

1- GRELOT Jean-Philippe. Protection juridique des bases de données géographiques : le point de vue de l'Institut Géographique National. Bulletin du CFC N°158.

2- BEGUIN Hubert, THIJSSE Jean. 1979 - " An axiomatic approach to geographical space " Geographical Analysis. Vol II, N°4, 1979. p. 325-341

3- MOLES Abraham, ROHMER Elisabeth, 1978 - Psychologie de l'espace. Casterman. Tournai. 246 p.

4- DENEGRE Jean, SALGE François, 1996 - Les Systèmes d'Information Géographiques. PUF. Paris. 127 p.

tiques) et indirects (administratif et autres) ainsi que celles des objets, attributs et relations entre objets. Quant à la notion de distance qui définit les relations entre deux ou plusieurs points, elle est évidemment indispensable pour pouvoir effectuer des mesures sur les cartes. Elle varie selon que l'on utilise des coordonnées rectangulaires (carroyages ou maillages orthogonaux) ou des canevas de projection sur des surfaces de référence sphérique ou ellipsoïdales. Là aussi, avec l'apparition du système NAVSTAR (1992) lié au GPS (Global Positioning System), ces nouvelles techniques ont quelque bousculé les ellipsoïdes classiques : " *la géodésie spatiale a permis l'identification d'une image globale du géoïde et, avec elle, la définition d'un ellipsoïde global... intitulé WGS 84 (pour World Geodetic System 1984 ou postérieur)..* " (J.-P. Donnay, 1997. p.249-251 (5)). On trouvera, dans le très sérieux ouvrage de J.-P. Donnay (op.cit.), les paramètres et les relations utiles aux conversions requises pour l'usage du GPS.

On sait qu'il existe deux grands types d'images : les **images-vecteur**, constituées d'arcs, de noeuds et de liens et les **images-raster** constituées de pixels (picture cells) rangés en lignes et colonnes. On verra que, si les formats d'échange de données, tel EdiGéo, sont plutôt conçus pour l'imagerie vectorielle, les thématiciens spécialistes des sciences de la Terre, sont très attachés aux carroyages du genre raster. En effet, la localisation par carroyage présente de gros avantages pour le traitement des attributs à l'aide des outils d'analyse et de modélisation géo-spatiales qui se sont développés depuis les années 60 :

- le maillage systématique annule les " effets de surface " ;
- il facilite le calcul d'indices de concentration ou de dispersion ;
- il permet l'analyse variographique ;
- il est à la base de l'algèbre de cartes et donc d'une bonne partie de l'utilisation des SIG ;
- il économise du temps de représentation graphique et cartographique ;
- la forme matricielle des données facilite l'application de modèles spatiaux d'optimisation et de simulation ;
- il permet des études d'évolutions, souvent perturbées par les changements de limites administratives d'une décennie à l'autre ;
- toutes les méthodes de traitement de la télédétection lui sont applicables.

A ce sujet, on pourra se reporter au bon ouvrage de G. Lajoie (6), qui a le mérite de présenter d'intéressantes applications géographiques, ainsi qu'à des manuels de traitement d'image plus généraux (J.-J. Toumazet, 1987 / 7).

Quant aux méthodes d'analyse spatiale, dont la connaissance est indispensable au bon usage des SIG, on en trouvera un condensé très pédagogique dans une publication récente due à D. Pumain et T. Saint-Julien (8). Mais

il est évident qu'un maillage kilométrique (par ex. les données NOAA), ou même métrique 8 (par ex. 30 x 30 m pour TM) est beaucoup trop grossier pour un usage cadastral ou topographique. Il est donc normal que, pour les besoins de l'ingénierie, on ait recours au codage vectoriel, point à point, s'appuyant sur un réseau géodésique. C'est ce qui a été retenu pour la norme expérimentale Edigéo. Il faut ici en faire un bref historique car il est significatif de l'impact que les changements technologiques ont pu avoir sur la " politique " cartographique contemporaine.

Sauf dans le domaine hydrographique, où la navigation maritime avait entraîné une certaine normalisation des cartes depuis le début du siècle, il était de tradition militaire que chaque pays et même, en Allemagne, chaque Land, ait des bases cartographiques différentes, ce pour compliquer les calculs des artilleurs. Cette prudence devait se révéler être un lourd inconvénient lorsque la " guerre froide " obligea à des regroupements défensifs tels que l'OTAN. C'est pourquoi, au milieu des années 1980, l'Office du Traité de l'Atlantique Nord créa un comité chargé de mettre au point des normes d'échange de données géographiques entre alliés. Ce comité, le Digital Geographic Information Working Group (=DGIWG) proposa un Digital Geographic Information Exchange Standard (= DIGEST) permettant le transfert de données vecteur et raster. En France, le CNIG (Conseil National de l'Information Géographique), fondé en 1985 auprès du Ministère de l'Équipement, avait des préoccupations d'économie des échanges qui le poussa à s'inspirer du standard DIGEST pour aboutir, en 1992, à proposer la norme Edigéo. Elle devrait être adoptée en Europe vers la fin du siècle. Ceci est d'autant plus souhaitable que l'Amérique du Nord est déjà dotée d'une norme opérationnelle depuis la signature, par le Président Clinton, du décret signé du 11 avril 1994. " *Ce décret, édicté à l'initiative des ministères américains du Budget et de l'Intérieur, s'impose à toutes les administrations et agences fédérales, à l'exception de certains départements de la Défense. Il concerne également toutes les collectivités locales, le secteur privé et les universités. Le concept de National Spatial Data Infrastructure (= NSDI) correspond à l'harmonisation et à la mise en commun ... de normes d'échange... afin de recueillir, traiter et distribuer le plus efficacement et à moindre coût les données géographiques (images satellitaires, données cartographiques, topographiques, statistiques).* " (d'après SIG et Télédétection. N°12, sept. 1994 / 9). Il restera, néanmoins, une grande différence dans l'accès aux données entre l'Europe (du moins en France) et l'Amérique du Nord : les données issues de recensements ou d'enquêtes effectués sur fonds publics seront distribuées presque gratuitement en Amérique du Nord alors que les utilisateurs français qui les auront déjà financées par leurs impôts, devront à nouveau les acquérir à un prix commercial assez élevé.

5- DONNAY Jean-Paul. 1997 - Cartographie Mathématique. Laboratoire Surfaces. Université de Liège. 270 p.

6- LAJOIE Gilles, 1992 - Le carroyage des Informations Urbaines. Publications de l'Université de Rouen. N°177. Coll. Nouvelles Données en Géographie / 238 p.

7- TOUMAZET Jean-Jacques, 1987 - Traitement de l'image sur micro-ordinateur. Sybox, Paris. 260 p.

8- PUMAIN Denise, SAINT-JULIEN Thérèse, 1997

L'analyse spatiale. 1. Localisation dans l'espace. Armand Colin éd. Paris/ 167 p.

9- SIG et Télédétection - édité par Soot Conseil. Parc Technologique du Canal. B 10 rue Hermès. 31526 Ramonville (publication arrêtée en janvier 1997 (N°18) et relayée par GeoWeb-Europe, lui-même arrêté en juin 1997. Voir : <http://www.geoweb-europe.cict.fr>)

10- LE BAUT Jean et al. 1993 Manuel de Présentation de la norme expérimentale Edigéo. AFNOR Z13 150. / 29 pages ronéotées. / ed. CNIG. Paris, juin 1993

Le Manuel de Présentation de la Norme Expérimentale Edigéo (10) est intéressant dans la mesure où l'on y trouve un véritable dictionnaire de définitions théoriques. Prenons le cas des objets géographiques (par ex. fleuve, rivière, ruisseau, torrent, etc.). Pour les coder il faut associer aux paquets de coordonnées qui les localisent, des identifiants administratifs (département, commune ou adresses postales au Royaume-Uni). Quant aux coordonnées, elles sont structurées en éléments graphiques (points, lignes, surfaces) formant des vecteurs, des réseaux et des spaghetti (tracés isolés). Par exemple, les vecteurs y sont définis par des primitives, des objets, des relations et des attributs appelés Schéma Conceptuel de Données (SCD). En outre, pour chaque objet, on fournit son origine (généalogie), sa date de mise à jour (actualité), sa précision planimétrique, altimétrique, métrique, etc. Ce souci de **qualité** des données est nécessaire non seulement pour les applications d'ingénierie mais, aussi, pour répondre à l'obligation de **responsabilité** de l'édition cartographique ; sur le plan juridique, il importe de savoir, en cas d'accident maritime ou terrestre, si une erreur d'information cartographique peut être mise en cause ou non. Il importe aussi de savoir si l'erreur en question a été constatée sur un document soit écrit, soit imprimé, ou si la carte a été consultée sur écran à l'aide d'Internet : jusqu'à présent, le droit français, et ce depuis le XVIème, ne considère comme référence valable que les écrits ou imprimés réputés authentiques. Dans quels cas une imprimante périphérique d'ordinateur produit-elle des " sorties " authentiques ? Voici donc, encore, des exemples de techniques bousculant le droit et la cartographie.

Les données au format Edigéo sont échangées par lots à deux chapitres : un lot d'informations générales et un lot de vecteurs géographiques. Il existe déjà des logiciels spécialisés dans la manipulation des données à format Edigéo, par exemple **EDDY** de la firme Gaia-Europe (11). On voit donc que le format Edigéo est mal adapté aux données à structure matricielle et que le Comité Technique N°287 (CEN/TC 287) de la Commission de l'Union Européenne a encore des travaux en vue.

Cette évocation est l'occasion de souligner combien l'importance commerciale et politique des avancées technologiques récentes a été capable de susciter l'apparition de structures administratives internationales complexes. Certes l'ACI a été fondée en 1955 mais c'est avec le début de la commercialisation des SIG que l'on a vu, en France, se créer le CNIG (1985) et c'est avec la diffusion d'Internet que l'on voit la DG XIII (Direction Générale de l'Information et des Télécommunications de la Communauté Européenne) créer **EUROGI**, en 1993. La European

Umbrella Organization for Geographic Information est une association d'associations des principaux pays européens. Pour tenter d'y voir clair dans le nuage bruxellois de la cartographie, on pourra consulter le très utile article que F.Salgé a fait paraître dans le Bulletin du CFC N° 146-147 (12). Nous en reproduisons ici un organigramme, légèrement retouché (voir figure).

Il ne suffit pas de reporter des éléments de bases de données sur un référentiel de localisation pour faire une carte à valeur scientifique ; encore faut-il en définir l'objectif et l'accompagner du tableau de décodage que constitue la légende. Pour le chercheur scientifique, les requêtes documentaires ne viennent qu'après l'énoncé des objectifs et des stratégies méthodologiques permettant d'y parvenir.

Les objectifs thématiques d'une carte sont multiples. Il n'est que de voir, par exemple, la variété des communications retenues dans un récent symposium international sur l'exploitation informatique des données utiles aux études de l'environnement, pour renoncer à en faire une impossible liste (13). Ce qui nous importe ici, ce sont les objectifs à caractère cartographique. Que peut-on demander à la **boîte à outils** (toolbox) d'un SIG ? Soit des requêtes passives, soit des requêtes interactives :

La **requête passive** est de type report documentaire. Il s'agit de pouvoir répondre à des questions du genre " où trouve-t-on Z ? Que trouve-t-on en X,Y ? ". C'est ce que proposent plusieurs atlas électroniques du type " view only ", qu'ils soient distribués par cédéroms ou par l'Internet (14). C'est ce que proposent également, en partie, certains centres de documentation carto-géographiques tels que CartAtlas du CNRS. On trouvera une mine de renseignements à ce sujet dans un Bulletin du CFC dû à P.Y. Duchemin (15) et dans une récente publication de l'ACI sur les atlas électroniques (14).

La **requête de type interactif**, sur les atlas électroniques ou sur les bases de données, permet à l'utilisateur de manipuler lui-même les données accessibles.

La manipulation peut-être uni ou multidimensionnelle (une seule ou plusieurs " couches " d'informations géocodées).

Dans le premier cas, sont essentiellement offerts trois types de manipulations :

- réorganiser la couche d'information (overlay) en y opérant des tris, en faisant varier le découpage des classes (discrétisation, étalement d'histogramme, etc.), en changeant d'échelle, de projection, de calage géométrique, de pondérations locales pour anamorphoses multipolaires.

- Analyser la couche en opérant des comptages,

11- EDDY. L'interface Edigéo

Logiciel de GAIA. EUROP (Groupe d'Assistance en Informatique et Aménagement) Centre d'Affaires RN7. 80 ave. Gl.de Gaulle. 91170 Viry-Chatillon

12- SALGE François, 1996 - " Normalisation dans le domaine de l'information géographique. Les tentatives européennes. " Travaux de la Commission ACI sur les normes d'échange de données localisées.

Bulletin du CFC N°146-147. (Conférence Cartographique Internationale de Barcelone), pages 218-231

13- Umweltinformatik' 97. - 11. Internationales Symposium der Gesellschaft für Informatik (GI), Strassburg 1997

(Conférence européenne sur les technologies de l'Information pour l'environnement, Strasbourg 1997)

Metropolis Verlag. Marburg 1997, p.851

14- KÖBBEN Barend, ORMELING Ferjan, TRAINOR Timothy, ed. 1997 - Proceedings of the Seminar on Electronic Atlases II held at Charles University, Prague, July 3-August 2, 1996 and at the 28th IGU Conference, The Hague, August 8, 1996.

Commission on National and Regional Atlases ICA. Enschede, The Netherlands, p. 83

15- DUCHEMIN Pierre-Yves. ed., 1997 - La Documentation, Bulletin du CFC N°154-155. Paris / Voir, en particulier :

VILLEY Marjolaine " CartAtlas/DocAtlas " : un programme de base de données d'atlas multimédia . p.50-55 DUCHEMIN Pierre-Yves, JAMES-SARAZIN Jean-Yves, " L'Internet et la cartographie : sélection de ressources électroniques. " P.63-75

des mesures de formes (cartométrie), des mesures de distances et d'accessibilité et en pratiquant des filtrages à l'aide de modèles spatiaux (surface de tendance, convolutions, etc.)

- Modéliser des répartitions expérimentales, soit d'optimisation, soit de simulation.

Comme les précédentes, les manipulations multidimensionnelles peuvent être **qualitatives** ou **quantitatives** ou les deux. Les manipulations qualitatives concernent surtout les additions et soustractions de formes et de symboles ; par exemple, la rectification d'un tracé de route à superposer sur un fond orohydrographique ; par exemple, le tracé d'une zone de " buffer " (bande-tampon) de 500 m autour d'une localité à protéger. Les manipulations quantitatives sont héritées de l'algèbre de cartes (16) et consistent à combiner plusieurs couches de valeurs pour obtenir une carte résultante nouvelle. La fonction combinatoire (ou d'intégration ou de map fusion) peut relever de simples tris croisés, ou du calcul de ratios, d'indices, de saturations (loadings) d'analyses en composantes principales, de classes d'analyses discriminantes, de modèles d'auto-organisation dans le temps, etc.

Le succès des SIG (Systèmes d'Information Géographique) se justifie, du point de vue économique, par l'aide qu'ils apportent à la gestion des territoires et à la décision sur le choix des lieux de nouvelles implantations. Mais ils se justifient aussi du point de vue théorique. Les SIG, de par les superpositions et les combinaisons de couches d'information qu'ils facilitent, contribuent à la mise en valeur de la notion de lieu.

Le lieu est beaucoup plus qu'un croisement de coordonnées qui n'est qu'un point. Faire le point, en navigation, c'est définir une position sur un canevas de latitudes et de longitudes. Décrire un lieu, en géographie, c'est constater la rencontre d'éléments ou d'objets géographiques et de relations spatiales qui font d'une certaine place un endroit différent des autres. La géographie régionale a été très sensible à cette différenciation de l'espace ce qui l'a souvent conduite à l'exceptionnalisme (17). La géographie théorique a insisté sur les réseaux de relations dans la formation de " noeuds " (ou lieux centraux), régulièrement espacés. Il est curieux de constater, à la lecture d'un remarquable livre récent d'historien, " La mesure du monde " (18) que les chapitres sur les " Lieux et non-lieux ", sur " Les villes ", sur les " Cartographies " ignorent pratiquement la notion de réseau. Or les SIG peuvent grandement contribuer à montrer ces relations entre lieux centraux en aidant à mesurer des distances entre objets, en aidant à calculer des indices de connectivité et d'accessibilité, en aidant à tracer des zones de chalandise et d'attraction gravitaire, etc.

On voit que, de cette **cartographie à la demande** peu-

vent sortir des produits de niveaux géographiques très différents. La définition d'une carte se complique donc avec la liberté d'invention de l'auteur-manipulateur.

Comment, dès lors, **protéger une invention combinatoire originale** ? L'antériorité de publication est souvent difficile à faire reconnaître et, avant publication, le chercheur a intérêt à garder sa " recette " ; d'ailleurs lui appartient-elle ou est-elle déjà la propriété de son laboratoire ? Dans un cas similaire une affaire exemplaire vient d'être rapportée par la presse (19). Le quotidien strasbourgeois, les Dernières Nouvelles d'Alsace, a été le premier voilà deux ans, à diffuser gratuitement sur le site Internet Plurimédia, une version Web du journal. Les journalistes se sont donc vus privés d'une partie potentielle de la rétribution de leurs articles et, dans le contentieux qui les a opposés aux responsables de l'entreprise, le tribunal de grande instance leur a donné gain de cause ce 3 février 1998. En effet, la version Web des DNA donne lieu à quelques 5000 consultations par jour et, si elles devaient être payantes, la rétribution des journalistes en serait augmentée. Une convention est en cours d'étude.

Mais la protection c'est aussi le **cryptage**. Qu'il s'agisse de recherche scientifique en cours ou de consultations financières, le secret ou, du moins, la confidentialité, sont temporairement nécessaires. En France, ce droit est depuis longtemps reconnu aux diplomates et aux militaires mais interdit au commun des citoyens : la police doit pouvoir contrôler les agissements criminels de tout un chacun.

Cette exception que la France ne partage qu'avec la Chine, la Russie et Israël, risque de détourner des flux d'information sur les autres pays européens où les " clés de décryptage " n'ont pas à être déposées chez des " tiers de confiance " !. (Le Monde, 28 mars 1998 / 20). Il existe, en particulier, un excellent logiciel de codage à clef publique, Pretty Good Privacy (PGP) que Phil Zimmermann a laissé se diffuser sur l'Internet depuis au moins trois ans et des auteurs norvégiens viennent d'en proposer un autre de prix très accessible. Comme il est difficile de soupçonner une carte de véhiculer des informations pornographiques et pédophiles (certes, on peut toujours localiser des quartiers " chauds " !) il se peut que la liberté de cryptage leur soit peut-être accordée ...

Toujours est-il qu'une carte cryptée, ou compressée, ou numérisée sur fichier n'est que de peu d'intérêt pour percevoir la cohérence de relations géospatiales. Il faut la visualiser. Là aussi quelques définitions s'imposent. Quelles sont les nuances qui s'installent entre représentation de la surface terrestre ou d'une autre planète, visualisation et affichage ?

Si l'on consulte de récents manuels traitant de la **représentation** des données géographiques (21), on voit converger des préoccupations de **généralisation** de formes, de réduction de l'information et de rhétorique de l'image. Comme, sur une bonne carte, il est impossible de garder

16- CICERI M-F., MARCHAND B., RIMBERT S., 1977 - Introduction à l'analyse de l'espace. Masson ed. Paris. 173 p. voir pages 138-140 " Une Algèbre de cartes "

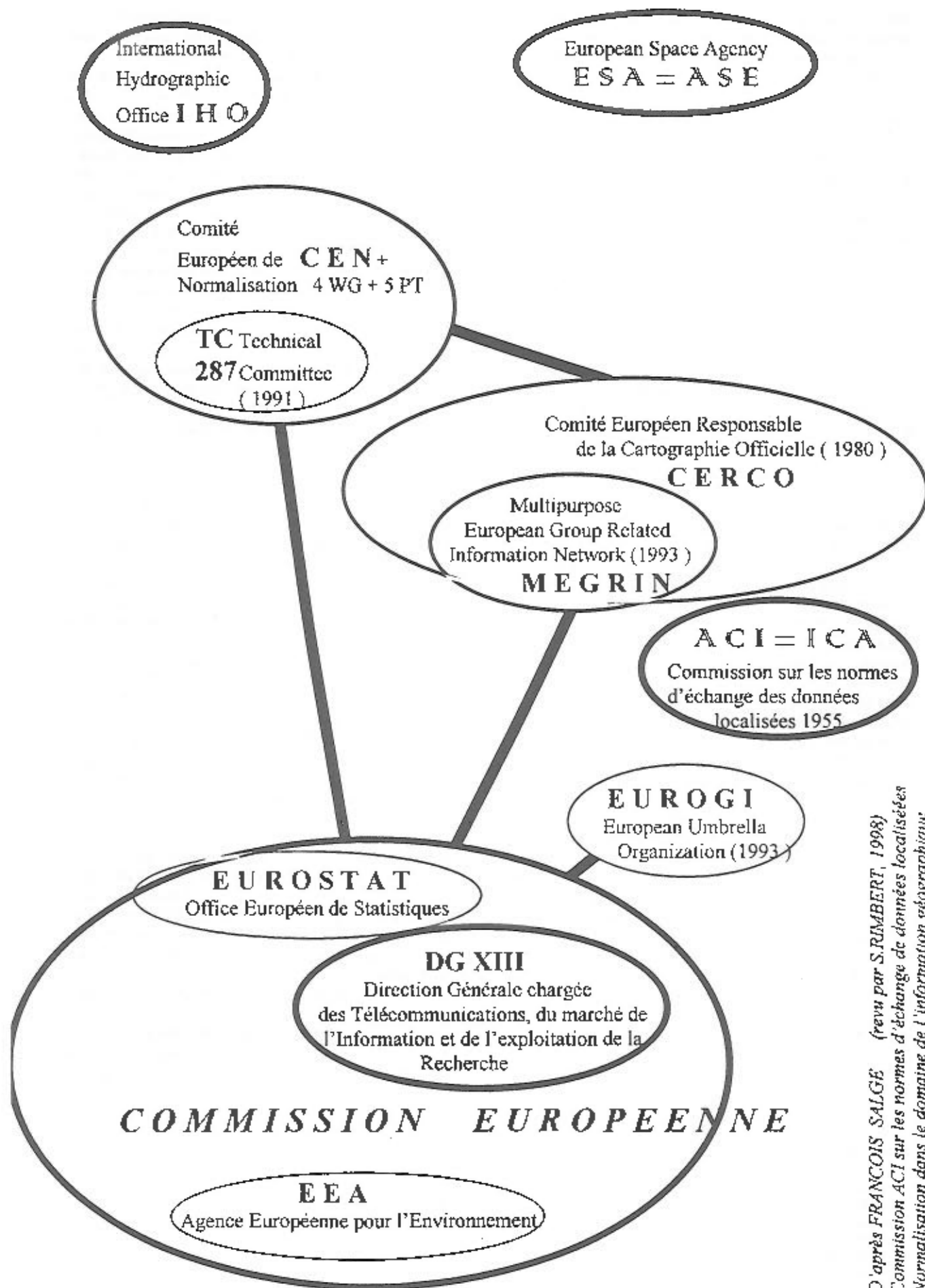
17- AMBROSE Peter, 1969. - Analytical human geography. Longman Group Ltd. London. 297 p.

18- ZUMTHOR Paul, 1993 - La Mesure du monde. Ed. Le Seuil, Paris, 440 p.

19- LABE Yves-Marie, 1998 - " La presse s'interroge sur les droits d'auteur liés aux médias électroniques " in Le Monde/ Vendredi 6 février 1998, page 20.

20- MORIN Hervé, 1998 - " La France redéfinit sa réglementation en matière de cryptage " in Le Monde/ samedi 28 mars 1998. Page 23

21- BEGUIN Michèle, PUMAIN Denise, 1994 - La Représentation des données géographiques. Statistique et cartographie. Coll. Cursus. Ed. Armand Colin. Paris. 192 p.



D'après FRANCOIS SALGE (revu par S. RUMBERT, 1998)
Commission ACI sur les normes d'échange de données localisées
Normalisation dans le domaine de l'information géographique
Les tentatives européennes.
Bulletin du CFC, N° 146-147. Déc. mars 1996. Pp. 218-231

tous les détails observés dans la Nature, il faut trouver des critères de sélection et de schématisation qui sauvegardent l'essence de la réalité géographique et qui sacrifient les autres : c'est un vieux problème qui implique une étroite collaboration entre cartographe et thématique. Une fois retenus certains critères, qui peuvent être différents pour beaucoup de cartes, il convient d'en avertir clairement le lecteur-utilisateur en lui proposant une légende qui soit un véritable tableau de décodage de la construction de la carte : c'est à travers la légende et son répertoire de signes, que doit transparaître la méthodologie appliquée aux données localisées.

La **visualisation** ne s'encombre pas de ces soucis de structuration. Elle s'arrête à l'imagerie, sinon intégrale, du moins non-réduite, souvent sans légende ou bien limitée à une gamme de teintes ou de signes sans commentaire. Elle répond, essentiellement, à une démarche d'interactivité : il s'agit de percevoir rapidement des stades intermédiaires de recherche documentaire ou de transformations d'images. Cette imagerie-cartographie intermédiaire, souvent éphémère, se développe d'autant plus qu'elle est liée aux SIG et à la représentation scientifique expérimentale (22). Elle fait partie de ce qu'il y a déjà longtemps, William Bunge (23) appelait les "pre-maps".

Quant à l'**affichage**, c'est un terme plus informatique que cartographique. Il concerne la mise en place, dans l'espace de l'écran d'ordinateur, d'accessoires graphiques. Dans Windows 95, par exemple, la boîte de dialogue propose des *Propriétés pour Affichage* où l'utilisateur peut choisir un arrière-plan, un écran de veille, une apparence, une configuration, un zoom, etc.

Cette revue très brève des remises en question de la cartographie et de son vocabulaire, par l'impact de nouvelles technologies, devrait réanimer la réflexion théorique. Nous avons vu que bien des concepts (espace cartésien, objets, primitives, propriété intellectuelle, etc.) et bien des notions (lieux, réseaux, indices, visualisation, etc.) demandent à être précisés ou complétés. Or c'est le moment où la *Commission on theoretical fields in cartography* de l'ACI, après avoir présenté son rapport final en 1995, semble vouloir limiter ses activités aux questions de cognition et de sémiotique. Certes, la façon dont un mes-

sage est transmis, via le canal cartographique, de l'auteur-émetteur au lecteur-récepteur, est un important volet communicationnel de la discipline (voir 24). Mais, se limiter à quelques aspects psycho-graphiques (sémiologie graphique ou, plutôt, sémiologie infographique, rhétorique de l'image, perception) c'est se fermer à toute l'interactivité que le chercheur est aujourd'hui amené à pratiquer entre bases de données, outils de traitement et de visualisation puis répétition avec d'autres hypothèses et d'autres critères, sans se soucier, dans un premier temps, de représentation définitive. Comme l'écrivent J.-C. Muller et R. Laurini (25), ce qui importe aujourd'hui c'est une "nouvelle manière de dialoguer avec une image, en incluant la possibilité d'explorer, de manipuler, de découvrir et de communiquer des relations d'ordre spatial et multidimensionnel à l'aide de représentations éphémères et dynamiques". C'est pour intensifier ce dialogue que C. Cauvin propose de mettre l'accent, dans l'enseignement de la cartographie, sur les méthodes de transformation de données Z et sur celles de formes entrées en X,Y (26).

Mais le dialogue ne saurait se réduire à de simples manipulations : **dialoguer avec une répartition géospatiale** c'est, avant tout, lui poser des questions, énoncer une **problématique**. Or sommes-nous ici dans le domaine du cartographe ou dans celui du thématique ? On doit aujourd'hui constater qu'un nouveau spécialiste devrait être formé à la stratégie de l'interrogation géospatiale. Cette formation devrait avoir un triple aspect : introduction à la notion de processus de l'environnement physique et humain, connaissance des principales théories géographiques d'organisation de l'espace et des méthodes d'analyse géospatiales, pratique des SIG. A côté de ce géostratège, il y aurait place pour un technicien hypermédia, non seulement capable d'accéder aux bases de données, d'en créer et de les protéger techniquement et juridiquement mais, également, capable de structurer des légendes de produits définitifs et d'évaluer le coût des diverses phases du travail. D'aucuns ont déjà proposé de dénommer **géomaticiens** ces nouveaux généralistes.

Ainsi, en aidant à préciser qui fait quoi en cartographie contemporaine, la théorie de la carte aide aussi à estimer le travail de chacun et les enjeux financiers (considérables) de ces jeux de cartes.

22- Special issue : Exploratory Cartographic Visualization - Computers and Geosciences. Vol. 23, N°4. May 1997

published by Elsevier Science Ltd. Pergamon UK

23- BUNGE William, 1962 - Theoretical Geography

Lund Studies in Geography Ser. C, General and Mathematical Geography N°1, The Royal University of Lund. C.W.K. Gleerup Publishers. Lund. 210 p.

24- MOLES Abraham, 1964 - "Théorie de l'information et message cartographique".

Sciences et l'enseignement des sciences ; revue française des sciences et des techniques N°32 / cinquième année, juillet-août 1964, pp. 11-16

25- MÜLLER Jean-Claude, LAURINI Robert, 1997 - "La cartographie de l'an 2000."

Revue Internationale de géomatique. Vol. 7, N°1/1997, p. 87-106

26- CAUVIN Colette, 1996 - "In favour of teaching theory in cartography. Suggestions for an academic program."

Cartographica, vol. 33, #3, fall 1996