

PROBLÈMES DE COMPROMIS ENTRE REPRÉSENTATION GRAPHIQUE ET GÉOMATIQUE

par B. DUBUISSON, Ingénieur Général

LE PROBLÈME DU CHOIX

Il faut être conscient de ce que la cartographie géométrique et thématique est fondamentalement la première arme du conquérant, dans l'ordre : politique, idéologique, militaire, maritime, spatial, économique.

Depuis des millénaires, jusqu'à cette dernière décennie, tous ses besoins ont été satisfaits en mode uniquement graphique.

Nous assistons au développement de la cartographie assistée d'ordinateur laquelle, sans se substituer au graphisme, le rend modulaire.

Sa définition : saisie et traitement d'informations cartographiques, graphiques, topométriques ou photogrammétriques sous forme numérique (digitale), soit dans une phase intermédiaire de la production, soit pour la phase finale.

Ainsi, une carte digitale peut être considérée comme une collection d'informations sous forme digitale, représentant l'image d'une carte.

Les cartes graphiques peuvent donc aujourd'hui résulter d'un dessin conventionnel manuel, aussi bien que d'un système assisté d'ordinateur. Celui-ci réduit les délais et soulage l'opérateur de tâches manuelles astreignantes ; mais ces cartes digitales ne sont pas un sous-produit de la procédure cartographique, leur coût est d'ailleurs souvent supérieur à celui des cartes graphiques. Leur intérêt réside dans leurs applications, spécialement dans le domaine thématique.

Mais ces cartes apportent une telle perturbation dans la profession, qu'il s'agisse de connaissances des hommes, ou des moyens technologiques, ou de l'économie de systèmes, qu'il convient tout d'abord de se poser des questions sur les arguments pratiques qui militent pour leur usage.

Ceux qui viennent à l'esprit peuvent être :

1. la facilité de synthèse des informations de sources digitales variées pour produire une cartographie nouvelle ;
2. la réduction du délai entre la saisie des mesures et l'édition du plan ;

3. la facilité de production de cartes géométriques et thématiques diverses à partir des mêmes informations saisies à la même source ;

4. la facilité des variations d'échelle d'une même carte par l'adoption, lors de la phase d'édition, de signes conventionnels appropriés à l'échelle correspondante ;

5. la facilité de la mise à jour ou révision des plans ;

6. l'élimination du dessin manuel, de celui des écritures et des cartouches des planches d'édition ;

7. la facilité d'analyse classifiée des informations ;

8. la facilité de l'automatisation de nouveaux orthophotoplans à partir de saisies altimétriques initiales ayant créé un modèle mathématique permanent du terrain ;

9. en cartographie, la facilité apportée à l'expression des estompages du relief, ou/et au dessin des cartes des pentes et/ou des vues perspectives, etc...

L'importance relative de ces arguments, pour une organisation donnée, dépend de la nature de sa production et de sa structure, ainsi que du point de vue où l'on se place, du court, du moyen ou du long terme.

Elle dépend aussi du développement d'un réseau normalisé de displays et terminaux dans l'organisation du Service ou du Territoire ; mais à coup sûr dans un temps très proche, cette dernière considération assurera la priorité absolue aux cartes digitales.

On peut aussi se demander quelles sont les contraintes à s'imposer pour résoudre l'important problème des échanges des saisies numériques. Il est certain que la possibilité de recourir à un format informatique compatible permettant des échanges standard est, pour un Pays, un problème actuel important.

L'établissement des bases de données rejoint celui de la cartographie assistée. Ces bases peuvent être d'abord le moyen intermédiaire ou permanent d'archivage des données géométriques et des codifications des éléments du plan lui-même. Mais elles peuvent être aussi et surtout des données socio-économiques qui ont le besoin d'être associées à des facteurs localisant des informations issues de la cartographie numérique.

LES PHASES ESSENTIELLES D'UNE OPÉRATION ASSISTÉE D'ORDINATEUR

Sur le plan international, la philosophie générale d'une opération assistée comporte les six phases élémentaires suivantes, généralement combinées et répétées :

1. le planning des opérations ;
2. les saisies des informations digitales et sémantiques codées ;
3. la détection des fautes, leurs corrections et le contrôle pour l'obtention d'informations "propres" (éditing des anglo-saxons) ;
4. le traitement en ordinateur des saisies corrigées (ou processing), à savoir : restructuration, reformatting, transformations métriques éventuelles, présentation, synthèses, généralisations, compression des données, etc...
5. la présentation graphique des résultats traités des saisies, suivant l'un des modes ci-après : dessin graphique, dessin photographique, ou soft-copy d'une unité de display ;
6. la reproduction : préparation et impression.

Nous nous limiterons à évoquer en quelques grandes lignes les 2^e et 3^e de ces phases et les questions qu'elles peuvent poser.

Les saisies des informations comportent la digitalisation et la codification sémantique.

La digitalisation est "stationnaire" (point par point) ou "continue" (dynamique), manuelle ou automatique.

La nature du document objet des saisies peut être : - un stéréomodèle photogrammétrique, - une carte ou plan graphique déjà établi, - la topométrie, - ou un orthophotoplan.

Les composants hardware de ces saisies sont :
Soit des instruments photogrammétriques :

— Les restituteurs analytiques qui sont les mieux adaptés et allient vitesse, précision, confort et méthodologie nouvelle de haute productivité.

— Les éléments surajoutés aux restituteurs analogiques : le calculateur, le processeur contrôlant la sortie des codeurs de digitalisation et une table à dessin semi-automatique, des systèmes d'enregistrement automatique. Le travail du calculateur digital étant souvent fait "off line".

Soit des digitaliseurs cartographiques, contrôlés manuellement ou automatiques (suiveurs de lignes ou scanners).

Avec ces moyens et le soft. associé, les éléments planimétriques sont saisis comme : points, lignes ou surfaces. La digitalisation altimétrique est faite soit par courbes de niveau, soit par modèle mathématique du terrain avec certains moyens de calculateur.

Jusqu'alors, la plupart du temps, on pratique de la "digitalisation aveugle", à moins que l'on fasse simultanément de la restitution graphique. Mais, de plus en plus, la digitalisation est contrôlée directement en temps réel sur un système display (CRT). Il est évident que la digitalisation aveugle deviendra très vite inacceptable aux opérateurs et que le système interactif s'impose aujourd'hui (ou tout au moins le dessin restitué simultanément).

Deux types de questions se posent : ceux relatifs aux codifications à l'entrée du système et ceux relatifs aux moyens hardware.

1^o **Question.** Dans quels cas l'entrée simultanée de la digitalisation et des attributs sémantiques est préférable à l'introduction de ces derniers éléments après digitalisation, et vice-versa ?

La **réponse** fréquente est : en principe, le 1^{er} cas est préféré pour la carte topographique, alors que le 2^e cas l'est pour le cadastre. Mais la discussion de ces points de vues est complexe et loin d'être close.

Les bases techniques des "entrées des éléments" peuvent être numérique ou alpha-numérique, ou "au menu", ou à "la voix". Actuellement, la numérique est la plus employée (keybord des anglo-saxons), car adaptée à l'ordinateur et favorable à une structure hiérarchique.

La technique "du menu" est une synthèse des autres, mais nécessite une certaine mémorisation.

L'entrée "à la voix" n'est qu'expérimentale, mais intéressante au point de vue productivité, bien qu'exigeant des moyens spéciaux d'introduction pour le filtrage des informations étrangères à la voix sélectionnée.

2^o **Question.** Les restituteurs analytiques sont désignés en premier lieu pour l'aérotriangulation, la production de cartes graphiques et le traitement de photographies non conventionnelles. Bien que les composants hard. le permettent, les facilités pour la production de cartes digitales ne sont pas toujours appréciées (problème de contrôle, editing). Y a-t-il besoin d'une amélioration dans le futur ?

La **réponse** proposée est qu'ici, la question est mal posée. Le restituteur analytique est capable de tout faire, surtout les cartes digitales, par exemple, pour le Traster avec sa console graphique, comme pour l'Anaplot avec ses feuilles gravées. Contrairement à ce que l'on pense souvent, c'est surtout à cela qu'ils peuvent servir. Mais le but est d'utiliser les restituteurs analytiques avec une procédure méthodologique toute nouvelle — qui reste à parfaire — et qui leur donne toutes leurs possibilités réelles de productivité.

3^o **Question.** Dans l'assistance du calculateur aux instruments analogiques,

a) quelles sont les plus importantes caractéristiques souhaitées pour un système : - la rapidité du processus d'orientation, - la précision avec référence au contrôle de qualité et détection des erreurs techniques, - le traitement "on line" des saisies et editing ?

b) quels sont les problèmes essentiels relatifs à l'ordinateur équipant les systèmes : - standardisation des composants, - maintenance, - développement du soft. ?

c) quel est le principal critère de sélection des ordinateurs pour ces systèmes : - les ordinateurs centralisés, - les mini. - ou microprocesseurs, - est-il idéal de souhaiter une combinaison des trois ?

Réponse proposée. Ce domaine a été développé dans les années 60 : se rappeler les "chaînes numériques" de production automatisée des plans urbains des quatre entreprises françaises, assistées du C.E.T.E. d'Aix-en-Provence, qui ont ouvert effectivement la voie pratique à la photogrammétrie analyti-

que d'aujourd'hui. Les buts alors poursuivis sont enfin totalement réalisés par les reconstituteurs analytiques. Ces développements analogiques évoqués sont très prudents, puisqu'ils conservent en parallèle la production conventionnelle. Les softs sont souvent modestes et les composants proviennent parfois de fabricants divers. Ce n'est que récemment que les constructeurs d'appareils photogrammétriques se sont intéressés à ces systèmes, soucieux qu'ils étaient d'assister leurs clients lors de l'arrivée des reconstituteurs analytiques sur le marché.

J'ai maintes fois eu l'occasion de donner le schéma de ces systèmes, aujourd'hui complétés par des displays avec un soft. substantiel.

Le choix est orienté par la nature et l'importance des travaux à effectuer et l'étude du coût-bénéfice de l'opération.

La détection des fautes d'enregistrement et leur élimination (editing) se fait suivant l'un des deux modes : interactif et "batch processing".

En interactif, on fait usage d'un display avec organes de correction par modification et de contrôle immédiat. C'est la solution évoluée actuelle.

Le "batch processing" comporte un dessin de test, édition visuelle des erreurs avec le curseur du digitalisateur et correction ultérieure à l'ordinateur. C'est une solution ancienne encore utilisée. Mais il est des erreurs qui seront toujours détectées automatiquement en "batch processing" : format d'enregistrement, lissage des lignes, non orthogonalité des maisons, superposition défectueuse des lignes de jonction, etc...

L'évolution technologique très marquée tous les cinq ans nous fait poser quelques questions.

1° Question. Un système graphique interactif est-il une nécessité absolue pour produire des cartes digitales ?

Réponse : Aucun besoin n'est absolu. Mais la sécurité dans la production l'accélère et la valorise.

2° Question. Quelles sont les fonctions d'editing qui sont actuellement nécessaires dans la pratique ?

Réponse : Les displays ne sont pas spécialement conçus pour la cartographie — marché industriel mineur —, mais pour un ensemble de besoins industriels dont il faut s'accommoder ou aménager. Au surplus, ils suffisent généralement.

3° Question. La disponibilité d'un tube graphique interactif à chaque station de restitution ou de digitalisation offre de grands avantages. Est-ce que dans tous les cas ils compensent le coût élevé des investissements ?

Réponse : Oui si le système est en usage permanent et non s'il n'est qu'occasionnel.

4° Question. Quel est l'impact des "technologies stationnaires traditionnelles" sur les techniques d'editing ?

Réponse : C'est le problème fondamental quotidien que nous devons traiter à tous les niveaux et dans tous les cas d'usage : celui de la transition utile et efficace du graphisme à la digitalisation pour ceux des documents graphiques antérieurs utiles pour l'avenir.

LES RELATIONS HOMME-MACHINE, LA FORMATION CONTINUE ET L'ENSEIGNEMENT DANS LES TECHNIQUES DIGITALES

Peut-être a-t-on eu un peu trop tendance à ne considérer la cartographie assistée d'ordinateur que sous son aspect technologique et financier.

Je propose aujourd'hui de considérer aussi l'homme créateur de cartes, derrière ces machines, car finalement, il compte aussi : on gagne des batailles avec des troupes en haillons à Valmy et Marengo et on en perd à Azincourt avec les meilleurs destriers du royaume.

L'automation complète est, de toutes façons, loin de la réalité et le rôle de l'opérateur humain est significatif.

Résumons : l'aide de l'assistance fournie par l'ordinateur semble être la plus utile pour :

- l'automatisation de certaines tâches convenables ;
- la communication immédiate des résultats avec les données classées ;
- la coopération avec les efforts des interprètes spécialistes divers ;
- éviter la subjectivité de certaines décisions ;
- recevoir les prescriptions des séquences successives des opérations ; etc...

On peut considérer que les points critiques du système assisté d'ordinateur sont que :

- le facteur humain limite l'efficacité technologique à un niveau optimum et la détermination de celui-ci est le champ d'action même de l'ergonomie ;
- l'automatisation peut aussi conduire l'homme à la négligence, comme à l'inquiétude intellectuelle ou à d'autres effets psychologiques néfastes.

Tirons donc quelques conclusions :

- Le rôle de l'ergonomie est d'accroître l'efficacité en limitant la fatigue ;
- Le facteur de limitation de production est l'énerverment ou stress de l'opérateur ;
- Le dommage mental sur l'opérateur peut être plus sérieux que la fatigue, aussi convient-il d'investir également sur les études ergonomiques, concernant le développement du matériel et des procédures.

Le problème fondamental se résume en la controverse du "coût" et des "besoins ou exigences humains".

Les intervenants dans la solution sont, à la fois :

- Le fabricant du système,
- Le producteur de cartes (homme de l'art et opérateur),
- Les hommes de science et de technique représentés par les "experts".

Les intérêts des deux premiers sont à la fois convergents et différents ; ceux du troisième sont neutres donc indépendants, susceptibles d'être consultés par les uns et les autres pour obtenir l'objectivité requise.

Nos machines constituent une partie de l'environnement humain. Or l'homme ne s'adapte pas lui-même automatiquement aux circonstances nouvelles qui apparaissent ; il peut seulement prendre conscience de la nécessité de cette adaptation.

L'étude ergonomique s'impose donc ; mais comment peut-on financer convenablement ces recherches ? Il y a peu d'illusions à se faire, mais on peut penser que cela puisse être l'œuvre de grandes associations sans but lucratif.

Dans le domaine de la formation continue et de l'enseignement, la Commission de l'Enseignement de l'Association Française de Topographie trouve une tâche permanente dans le problème de la communication homme-machine.

Évoquons par exemple quelques questions qui sont fréquemment posées :

— Le manipulateur doit-il être formé à saisir tous les aspects d'un système ?

— Faut-il encore subdiviser la profession en y introduisant de nouveaux spécialistes ?

— Peut-on uniquement compter sur une bonne communication interactive homme-machine ?

— Peut-on concevoir que le soft. pour applications photogrammétriques et cartographiques soit centralisé : chez les fabricants, chez des spécialistes, ou être au moins en partie à la discrétion de l'utilisateur pour son développement ?

— Pourrions-nous prendre quelques conventions concernant l'usage des programmes et de leurs entrées-sorties de telle sorte que des packages de programmes de différentes sources permettent de travailler dans une voie plus coopérative ?

— N'éprouve-t-on pas le besoin de quelque standardisation dans la teneur des informations saisies : fixation de catégories de paramètres décrivant la localisation et la sémantique, les séquences et formats des informations ?

— Les usagers ayant parfois des difficultés dans l'évaluation des packages de soft offerts sur le marché, que peut-on faire ?

— La cartographie assistée a-t-elle des conséquences sur les exigences à avoir concernant les capacités du staff d'une organisation ?

Toutes ces questions sont, en fait, relatives au niveau des connaissances nécessaires ; chacune d'elles mériterait une longue discussion.

Mais elles se réduisent à deux seules :

— "Faut-il concevoir que l'enseignement lui-même s'oriente vers les techniques de cartographie assistée par ordinateur" ?

La réponse est formellement OUI.

"Par des substituts divers, peut-on éviter le recyclage de "formation continue" des professionnels en exercice à tous niveaux" ?

La réponse non moins formelle est NON.

NOTAM — Cette étude, faite à la suite du Congrès International de Photogrammétrie de Hambourg, exprime le point de vue personnel de son auteur, tel qu'il ressort de discussions post-Congrès avec diverses personnalités internationales, parmi lesquelles il faut citer : MM. Pr Konecny, Pr Jerie, Dr Makarovic, P. Stefanovic, D. Hobbie, F. Goudswaard, K. Grabmaier, B. Kunji, C. Paresi, M. Radwan, L. Van Zuylen, H. Yzerman.

