

PRODUCTION DES CARTES TOPOGRAPHIQUES A GRANDE ET A MOYENNE ECHELLE PAR NUMERISATION INTERACTIVE DES MODELES STEREOSCOPIQUES

Par: C. de Saint Riquier, D. Bruger et J. Côté

INTRODUCTION

Le territoire québécois, d'une superficie de 1 540 000 kilomètres carrés, représente un défi d'envergure pour les cartographes. La majeure partie de la province est constituée d'espaces très peu habités et difficilement accessibles alors que le sud du 50e parallèle connaît le phénomène des concentrations urbaines lié au développement économique.

Le Service de la cartographie du Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec a la responsabilité de la cartographie de base, pour les échelles comprises entre 1/1 000 et 1/20 000. En 1973, le Québec a entrepris un programme décennal dont les grandes lignes sont les suivantes:

- couverture et révision des cartes à l'échelle 1/20 000 pour le territoire québécois situé au sud du 50e parallèle. Ceci entraînera la production d'environ 1250 feuilles, pour une superficie approximative de 260 000 kilomètres carrés.
- production des cartes à grande échelle (1/1 000 et 1/2 000) pour les 1 100 municipalités de la province.

Jusqu'à présent, toute la production cartographique est réalisée de façon conventionnelle par les entreprises privées du Québec. Le ministère agit comme maître d'oeuvre, depuis la planification jusqu'à la vérification des travaux, dans les domaines de la prise de vues aériennes, du contrôle photogrammétrique et de la production cartographique. Le ministère est également chargé de la publication et de la distribution des cartes.

Face à l'évolution très rapide de la technologie, et devant les exigences nouvelles des utilisateurs, nous assistons à une prolifération des banques de données ayant pour base la cartographie. Il devenait alors urgent pour le ministère de l'Energie et des Ressources de s'orienter vers la cartographie numérique afin d'obtenir une cartographie polyvalente capable de répondre à la demande rapidement et de façon complète et spécifique. C'est dans cet esprit qu'en 1978, le ministère a mis sur pied un programme de recherche appliqué à la cartographie automatique. Le système est entré en fonction en juillet 1978 et nous présentons ici le résultat des observations recueillies au cours de ces deux années.

LES CARACTERISTIQUES RECHERCHEES POUR LE CHOIX DU SYSTEME

Au début des études en 1978, les systèmes commercialisés de cartographie

automatique étaient peu nombreux. Parmi les caractéristiques des systèmes proposés, le ministère avait fixé un certain nombre de critères auxquels le système recherché devait répondre.

- Interactivité au niveau du captage

Cette qualité nous est toujours apparue comme fondamentale même si elle nécessite la présence d'un équipement complexe pour chaque appareil de photogrammétrie. L'interactivité permet d'obtenir une base de données épurée, c'est-à-dire un fichier dans lequel les erreurs de captage sont éliminées. L'interactivité est également un atout précieux dans le cas de la révision par photogrammétrie, car elle permet simultanément l'interprétation des changements et les modifications du fichier en synthétisant la nouvelle saisie avec les données antérieures.

- Adaptation à la cartographie photogrammétrique

En premier lieu, le système doit permettre l'enregistrement dans les trois dimensions à partir de n'importe quel appareil photogrammétrique, analogique ou analytique; cette caractéristique ne se retrouve pas dans tous les systèmes de numérisation car la plupart d'entre eux ont été conçus pour le graphisme ou l'ingénierie. D'autre part, un système dédié à la cartographie doit être supporté par un logiciel de base écrit dans un langage informatique standard.

- Fiabilité du système

L'informatique est un secteur d'activité où les problèmes d'entretien sont très fréquents, quelle que soit la qualité des équipements. Afin d'éliminer ces problèmes, il est souhaitable que les différentes composantes d'un système proviennent d'un nombre restreint de compagnies reconnues et que le fournisseur assure le service après vente pour tout l'équipement.

La fourniture d'interfaces et le développement de logiciels spécifiques aux besoins de l'utilisateur doivent également être pris en considération.

Dans un secteur aussi évolutif que celui de l'informatique, il est en effet très important que la compagnie garantisse l'implantation de nouveaux logiciels au fur et à mesure de leur mise au point.

CHOIX D'UN SYSTEME

Compte tenu des critères précédents et du choix restreint d'équipements disponibles, le ministère de l'Energie et des Ressources a retenu le système conçu par la compagnie M&S Computing International Inc. de Huntsville,

Alabama. Le schéma suivant décrit le système en question.

Il est constitué d'une station d'acquisition, d'un mini-ordinateur PDP 11/34 avec 128 Kbytes de mémoire centrale, d'une unité de disque d'une capacité de 80 mégabytes, d'un dérouleur de bandes 800/1600 bpi et d'un terminal de commande DECWRITER. La station d'acquisition interactive est évidemment la partie la plus originale du système. Elle est composée d'un terminal écran TEKTRONIX 4014, d'un petit écran TEKTRONIX 613 et d'une tablette numérique appelée aussi menu. Un copieur d'écran a été ajouté à la station d'acquisition des données. La station d'acquisition peut être branchée à un restituteur WILD B8S ou A-10 ou à un digimètre ALTEK.

POSSIBILITES DU SYSTEME

A la suite des travaux réalisés depuis deux ans, nous pouvons affirmer que le système répond aux conditions initiales et qu'il offre des possibilités et des avantages additionnels découverts au cours des recherches.

- Décentralisation de lecture du fichier

Un fichier créé à partir d'une station d'acquisition donnée, peut être lu sur une autre station et peut être modifié suivant les besoins de l'utilisateur. Cette possibilité est très intéressante car le fichier de base d'une carte topographique peut ainsi être exploité pour toutes sortes de cartes thématiques ou d'analyses statistiques.

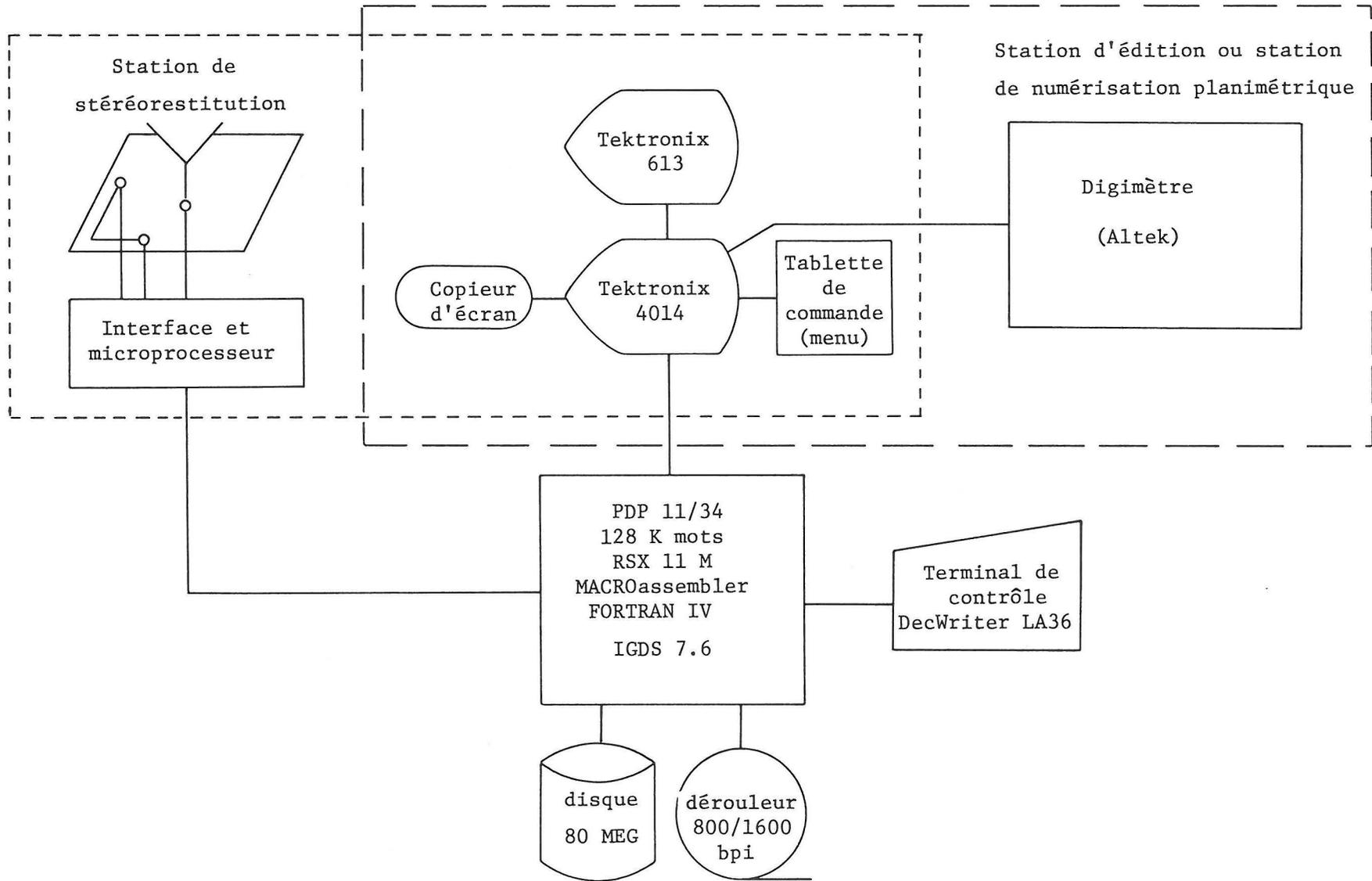
- Décentralisation du captage

Les stations d'acquisition reliées au stéréorestituteur ne doivent pas obligatoirement être localisées à proximité de l'ordinateur. Le captage peut donc être effectué en différents lieux et être relié par ligne téléphonique à l'ordinateur central. Cette formule a toutefois le défaut de multiplier les équipes d'encadrement nécessaires à l'exploitation d'un tel système.

- Universalité de la station d'acquisition

La station d'acquisition peut être branchée sur tous les systèmes de digitalisation à trois dimensions (stéréorestituteur) ou à deux dimensions (digimètre). La même station peut également être utilisée pour la transformation du fichier de base (stéréominute numérique) en fichier graphique compatible avec un logiciel de traçage.

DESCRIPTION DU SYSTEME



616.

- Efficacité du captage

La tablette de commande (menu) et le grand nombre des fonctions de base se sont révélées d'une grande efficacité. Avec la tablette de commande, le travail sur le clavier est presque totalement éliminé, ce qui accélère le captage. En outre, la diversité des fonctions de commande permet à l'opérateur photogrammètre de travailler selon une méthode qui n'est pas fondamentalement différente des procédures habituelles.

- Structure du fichier de base

Les informations enregistrées sur le fichier peuvent être séparées sur 63 niveaux différents et il est possible d'établir des catégories à l'intérieur de chaque niveau. D'autre part, indépendamment de ces niveaux, on peut attribuer un nom à chaque groupe de détails. Cette caractéristique offre un potentiel très prometteur pour le développement futur de banques des données à partir des bases de données.

- Logiciel de tracé

Cette opération n'a soulevé aucun problème étant donné que le fournisseur offre des logiciels de conversion pour différents types de tables traçantes.

EVOLUTION DE LA RECHERCHE

Au printemps 1980, les expériences étaient complétées pour deux groupes d'échelle:

- cartographie à l'échelle 1/1 000 réalisée à partir de photographies aériennes à l'échelle 1/5 000.
- cartographie à l'échelle 1/20 000 réalisée à partir de photographies aériennes à l'échelle 1/40 000.

Les premières expériences ont été conduites pour la cartographie à grande échelle car le système nous semblait particulièrement bien adapté à ce genre de numérisation. En effet, contrairement à la cartographie à moyenne échelle, le problème de la généralisation cartographique est à peu près inexistant. Les buts principaux de cette première expérience étaient les suivants:

- familiarisation avec le système, utilisation des diverses commandes.
- adaptation des logiciels de base pour ce genre de cartographie.
- obtention d'une stéréominute puis d'un dessin conformes aux normes standard du Service de la cartographie. Pour cette raison, les données ont été enregistrées sur 24 niveaux différents mais il n'a pas été attribué de nom aux objets.

Dans les tests à l'échelle 1/20 000, nous avons évidemment continué à résoudre les problèmes techniques au niveau du captage, tout en bénéficiant des résultats obtenus à grande échelle. Cependant, les tests à moyenne échelle ont été orientés vers la création d'un fichier de base exploitable ultérieurement dans une banque de données. Dans ce cas, 22 niveaux de captage ont été utilisés et les éléments ont été catalogués sous 71 noms correspondant approximativement à la légende cartographique.

METHODOLOGIE

La méthodologie utilisée s'apparente sous plusieurs aspects aux procédures de restitution conventionnelle, ceci étant dû en partie à l'emploi d'appareils analogiques. Ainsi, l'orientation relative des modèles est effectuée normalement alors que l'orientation absolue est assistée par l'ordinateur qui en calcule les paramètres. Il est à noter que l'orientation absolue est nécessaire seulement dans le cas où les courbes de niveau sont filées dans le modèle. Dans les autres cas (cartes planimétriques ou courbes de niveau générées à partir d'un semis de points), les coordonnées-machine sont transformées en coordonnées-terrain par le microprocesseur de la station d'acquisition.

L'acquisition des données suit l'ordre que l'on désire, soit par secteurs géographiques, soit par catégories de détails ou par une combinaison des deux. L'enregistrement est instantanément visualisé sur l'écran et peut être corrigé ou modifié à volonté. Le captage et les corrections sont assistés par les très nombreuses fonctions du système parmi lesquelles on peut citer:

- Les fonctions de tracé : point, ligne, tireté, cellule ponctuelle, ligne géométrique, etc...
- Les fonctions de modification : effaçage, rotation, variation d'échelle, etc...

A l'étape du captage, la symbolisation est la plus élémentaire possible, son rôle étant de faciliter l'identification des détails sur l'écran.

Quelle que soit l'échelle des cartes, l'unité de captage est le modèle et non la feuille cartographique; le découpage en feuilles cartographiques est réalisé dans une étape ultérieure. Par contre, la jonction entre les modèles est assurée au moment du captage. Sur l'écran, on fait apparaître la zone de recouvrement entre deux modèles, et les coordonnées des extrémités d'une ligne dans un modèle donné servent de coordonnées de départ pour la même ligne dans le modèle suivant.

CREATION DU FICHER GRAPHIQUE

Une fois la numérisation des modèles terminée, on obtient un fichier de base qui constitue une stéréominute numérique de chaque modèle. Ce fichier doit être transformé en un fichier graphique compatible avec le logiciel de traçage. Cette transformation comprend les traitements suivants:

- symbolisation des points, des lignes et des surfaces
- création de l'habillage de la carte, des titres et des légendes, tracé du quadrillage et écriture des coordonnées
- lettrage de la carte (toponymie, annotations, etc...)
- écriture des cotes
- découpage du fichier en feuilles cartographiques

LOGICIELS D'ADAPTATION

De nouvelles commandes ou fonctions ont été développées afin de répondre à certaines particularités de notre cartographie. Les principaux logiciels sont les suivants:

- correction d'erreurs sur les fichiers (erreurs systématiques au niveau du captage ou erreurs occasionnelles du système)
- affichage sur l'écran à une échelle déterminée
- copie d'un élément suivant une direction donnée. Par exemple, sur les cartes à l'échelle 1/20 000, dans la plupart des cas l'alignement des façades peut être considérée parallèle à l'axe de la rue. Avec ce logiciel, il est alors possible de copier un premier élément défini comme une maison selon l'orientation donnée par la rue.
- écriture des cotes sur les courbes de niveau
- attribution systématique d'une largeur de trait en fonction du nom d'un élément donné
- lecture directe sur le fichier de l'altitude d'un point coté et écriture selon les normes dans le fichier graphique
- liste des noms d'un fichier de base
- calcul de la quantité d'éléments dans chaque nom
- extraction de certains éléments d'un fichier et fusion de ces éléments avec un autre fichier
- traduction d'un fichier issu d'une digitalisation à partir d'un digimètre en un fichier interactif. Autrement dit, nous pouvons rendre interactif un fichier provenant d'un système de digitalisation aveugle.

La structuration du fichier selon le découpage cartographique a été résolu par une nouvelle version des logiciels de base.

Pour l'instant nous n'avons pas encore résolu le problème de la symbolisation systématique des lignes et des surfaces à partir du nom des éléments. Pour ce genre de symbolisation, il faut donc pointer chaque ligne et lui attribuer le symbole en question, ce qui rend cette opération relativement lente.

RENTABILITE

Comme nous l'avons dit, nous avons suivi jusqu'à présent une méthode voisine de la méthode conventionnelle. Cependant, pour rendre l'automatisation réellement efficace, il faut tenter de diminuer les temps de production.

A l'heure actuelle, le temps de captage est légèrement inférieur au temps de restitution conventionnelle, mais nous pensons le diminuer de 10 à 20% après un entraînement adéquat des opérateurs et par une utilisation optimale des commandes. Le temps de production du fichier graphique est équivalent au temps de captage, ce qui ne présente donc actuellement aucune économie. Cependant, la réduction du temps anticipé pour cette phase du travail est plus importante que pour le captage, bien qu'il soit dans l'immédiat impossible de la chiffrer. L'accélération de cette étape peut être obtenue par différents moyens:

- développement d'autres logiciels
- addition au système d'un appareillage spécial qui permet d'accélérer la recherche d'informations sur les disques. A titre d'exemple, une carte à l'échelle 1/20 000, qui couvre une superficie de 264 kilomètres carrés dans un secteur urbain et accidenté, requiert 11 mégabytes.
- établissement de normes de captage différentes des normes de restitution et adaptation des normes de dessin

Toutefois, la rentabilité de la cartographie automatisée est surtout prévisible à moyen terme pour la révision cartographique et l'élaboration de banques de données issues des fichiers de base (stéréominute numérique) ou des fichiers graphiques. Dans ce domaine, la traduction d'un fichier aveugle en un fichier interactif représente un avantage considérable car il permettra d'intégrer aux fichiers existants les données provenant de levés directs ou provenant de la digitalisation d'autres documents cartographiques. En particulier, pendant une période transitoire, il faudra digitaliser toutes les cartes existantes, ce qui ne peut être envisagé avec les systèmes interactifs, à cause du nombre de stations requises et de leur coût. Une digitalisation en aveugle de ces cartes présente cependant moins de problèmes si le fichier peut ensuite être rendu interactif et peut être validé sur écran.

CONCLUSION

L'évolution de la cartographie conventionnelle vers la cartographie automatisée ne comprend pas seulement l'acquisition d'un système mais suppose un travail important d'adaptation et de développement par un personnel qua-

lifié à la fois en cartographie et en informatique. L'expérience acquise par le ministère permet de dire que le système que nous possédons est maintenant opérationnel, même si la rentabilité optimale n'est pas encore atteinte. Nous prévoyons d'ailleurs effectuer le transfert technologique à l'industrie privée québécoise vers la fin de 1980 afin de commencer la production cartographique à grande et à moyenne échelle sur des systèmes semblables au nôtre.

La comparaison des coûts pourra être complétée lorsque nous aurons repris la numérisation des feuilles cartographiques en profitant de l'expérience acquise et des nouvelles commandes. Il nous faudra également procéder à un échantillonnage diversifié de cartes. Cependant, l'étude globale bénéfices/coûts est beaucoup plus complexe car elle devra tenir compte de changements possibles dans les principes de base. Par exemple, la précision obtenue en cartographie numérique devrait être supérieure à celle de la carte conventionnelle car les éléments mécaniques de transmission ne sont pas utilisés et le dessin manuel est éliminé. Ainsi, il serait peut-être possible de diminuer l'échelle des photographies aériennes pour une échelle donnée de carte.

L'intérêt principal de la cartographie numérique reste l'utilisation ultérieure des fichiers pour la constitution de banques de données. Nous n'avons pas encore abordé cette étape mais elle implique que les usagers devront apprendre à travailler en coordonnées. Il est alors essentiel d'avoir un réseau géodésique homogène, faut de quoi la banque de données nécessitera à court terme des ajustements fort onéreux. Les banques de données créées devront avoir une grande souplesse pour satisfaire les besoins très diversifiés des utilisateurs mais demanderont une gestion centralisée.

Titre: PRODUCTION DES CARTES TOPOGRAPHIQUES A GRANDE ET A MOYENNE ECHELLE PAR NUMERISATION INTERACTIVE DES MODELES STEREOSCOPIQUES

RESUME

Au Québec, comme dans bien des pays d'ailleurs, la cartographie à grande échelle a été jusqu'à présent orientée en fonction du cadastre et de la délimitation de la propriété; la moyenne échelle, pour sa part, a été axée sur l'inventaire des ressources, la planification et la gestion du territoire. Afin d'adapter cette cartographie aux impératifs de la révision, de mettre à la disposition des usagers une information graphique et numérique plus diversifiée, et de réduire les coûts de production à moyen terme, le ministère de l'Energie et des Ressources du Québec a opté pour une numérisation interactive des modèles stéréoscopiques.

Le système retenu a fait l'objet de tests durant les deux dernières années et a été adapté aux besoins particuliers de ces deux groupes d'échelles. Le système sera sous peu opérationnel et on anticipe de le mettre en production d'ici la fin de l'année. Les auteurs décrivent en détail les critères qui ont influencé le choix de la configuration retenue, la méthodologie développée pour la saisie des données et leur représentation cartographique, les conclusions de l'étude bénéfice/coût ainsi que les logiciels d'adaptation.

Title: PRODUCTION OF TOPOGRAPHIC MAPS AT LARGE AND MIDDLE SCALES BY INTERACTIVE DIGITILISATION OF STEREOSCOPIIC MODELS

ABSTRACT

In the Province of Quebec, as in many countries else where large scale mapping has been oriented up to now, in according with the land registry and the property delimitation; the middle scale, for itself, has been set on the resources inventory planning and land registration. As to adjust this cartography to the up-dating imperatives, to bring to users a graphic and numerical information more deversified and also to reduce the production costs in a near future, the Quebec Ministry of Energy and Resources has opted for an interactive digitilisation of stereoscopic models.

The retained system has been studied all through the last two years and has been adjusted to the particular needs of these two scales. This system will be soon operational and put into production within the end of the year. The authors describe in detail the standards that have influenced the choice of the retained configuration, the developed methodology for data collection and cartographic representation, the study upshots for benefit/cost as well as the adaptation softwares.

Titel: HERSTELLUNG TOPOGRAPHISCHER KARTEN GROSSEN UND MITTLEREN MASSTABES MITTELS EINER METHODE INTERAKTIVER DIGITALISIERUNG STEREOSKOPISCHER MODELLE

ZUSAMMENFASSUNG

Wie in anderen Ländern, so auch in Quebec diente bisher die Kartographie grossen Masstabes dem Kadaster und der Grundstücksfestlegung, diejenige mittleren Masstabes einer Inventarisierung der Naturschätze, der Planung und der Verwaltung des Landbesitzes. Um diese Kartographie den Notwendigkeiten einer Revision anzupassen und um den Benutzern eine vielseitigere graphische und numerische Information zur Verfügung zu stellen, sowohl als auch die mittleren Herstellungskosten zu senken, hat das Quebec Ministerium für Energie und Naturschätze die Methode interaktiver Digitalisierung stereoskopischer Modelle gewählt.

Das gewählte System war die letzten zwei Jahre Prüfungsversuchen unterworfen worden und insbesondere den Anforderungen dieser zwei Masstabsgruppen angepasst worden. Das System wird bald betriebsfähig sein und es ist beabsichtigt, die Produktion vor Ende des Laufenden Jahres anlaufen zu lassen.

Die Verfasser beschreiben die Kriterien, die die Auswahl des Systems bestimmten, die zur Datenerfassung und ihrer Kartographischen Auswertung gewählte Methode, die Untersuchungsergebnisse der Kostenauswertung sowie die zur Umstellung ausgearbeiteten Softwareprogramme.