

DU SIG À L'ATLAS INFOGRAPHIQUE DE QUITO

Henry R. GODARD*

René de MAXIMY**

Marc SOURIS***

RÉSUMÉ *L'article décrit l'enchaînement logique des processus ayant permis la réalisation de l'Atlas infographique de Quito, depuis l'acquisition des équipements informatiques jusqu'à la livraison des films prêts à être imprimés, en insistant tout particulièrement sur le traitement et la cartographie des données.*

ABSTRACT *This paper describes the logical linking of the processes that allowed the realisation of the Atlas infographique de Quito, since the acquisition of the computers until the delivery of the ready to print films, paying particular attention on the datas processing and cartography.*

RESUMEN *En este papel se describe el lógico enlace de los procesos que permitieron la realización del Atlas infográfico de Quito, desde la adquisición de los equipos informáticos hasta la entrega de las películas listas para imprimir, insistiendo particularmente en el tratamiento y la cartografía de los datos.*

• BASE DE DONNÉES URBAINES • CARTOMATI-
TIQUE • ÉQUATEUR • PUBLICATION ASSISTÉE
PAR ORDINATEUR (PAO) • SIG

• COMPUTER ASSISTED CARTOGRAPHY
• DESKTOP PUBLISHING • ECUADOR • GIS
• URBAN DATA BASE

• BASE DE DATOS URBANOS • CARTOMÁ-
TICA • ECUADOR • EDICIÓN ELECTRÓNICA
• SIG

En octobre 1987, l'ORSTOM signait un accord de recherche avec trois partenaires équatoriens afin de créer une Base de Données Urbaines (BDU) et de mettre au point un Système d'Information Géographique (SIG). C'est là un exemple de recherche-action en coopération dont l'un des produits est la publication de l'*Atlas infographique de Quito* (décembre 1992). La mise en place effective d'un Système Urbain d'Information (octobre 1991), géré par la direction de la planification de la municipalité de Quito, permet d'assurer le suivi de la première phase du programme et son actualisation. L'environnement informatique et les moyens nécessaires à la mise en place d'une BDU et d'un SIG pour une ville d'environ un million d'habitants ont été définis et leurs coûts d'implantation et de fonctionnement estimés.

La diversité des sources

Si la base de l'information statistique employée date de 1982, les données complémentaires s'échelonnent entre 1986 et 1991. Ce hiatus temporel inévitable limite les croisements possibles.

• Les données existantes

Le recensement de 1982, qui a servi de base à la constitution de la BDU, prend en compte les unités sociales primaires qui, pour les analyses, furent ramenées à la mesure de l'îlot. On a cherché à utiliser les sources exhaustives existantes lorsqu'il était impossible d'appliquer une enquête spécifique sur l'ensemble de la ville ou d'une thématique. Or, les données recueillies auprès des institutions équatoriennes sont parfois incomplètes ou erronées. Toutefois, dans le cadre des objectifs de l'atlas et des échelles d'analyse, ces imperfections n'entravent en rien la réflexion sur les dynamiques de l'espace urbain.

• Les enquêtes spécifiques et les travaux de terrain

En raison des contraintes matérielles et techniques et des délais à respecter, il fut impossible d'entreprendre plusieurs enquêtes de grande envergure. Une opération de comptage, localisation et description des activités visibles de la rue furent la seule exception. Des enquêtes «légères»

* Géographe, Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM); CEGET, Domaine universitaire de Talence, Bordeaux.

** Géographe, Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM).

*** Ingénieur informaticien, Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM).



1. La partie sud de Quito en 1989 (contours des îlots)

(localisation des établissements bancaires, de santé, etc.), des travaux de terrain (identification des types d'habitat, relevé architectural de certains quartiers, etc.) et le dépouillement des quotidiens pour approcher le fonctionnement des marchés fonciers, ont permis d'obtenir des informations complémentaires de celles du recensement.

La base de données urbaines

La mise en place de la base de données a nécessité un an et demi environ. Plusieurs fonds géographiques ont été numérisés, dont:

- le découpage par îlot (définition municipale) au 1/2 000, soit 6 500 îlots environ (fig. 1); en 1989, l'extension de la ville a également été saisie (3 000 îlots supplémentaires);
- le découpage par îlot correspondant à l'état de 1982 (dernier recensement disponible, 7 000 îlots environ);
- le parcellaire du centre-ville (5 000 îlots saisis au 1/2 000);
- la topographie saisie au 1/50 000 selon les courbes de niveau pour l'agglomération et au 1/2 000 par points cotés pour Quito *stricto sensu* représente, au total, la prise en compte de plus de 100 000 points;

- la localisation par points des activités, au 1/2 000 a entraîné la saisie de 33 000 points sur lesquels s'ancrent et sont visualisées quelque 80 000 activités recensées en 1986-1987.

À chaque fond cartographique correspond une série de variables descriptives, l'ensemble constituant une relation dans le SIG. Deux années environ furent consacrées à l'organisation et à la constitution de la BDU ainsi qu'à l'apprentissage de son maniement par les administrateurs et les utilisateurs.

Le traitement des données et leur cartographie

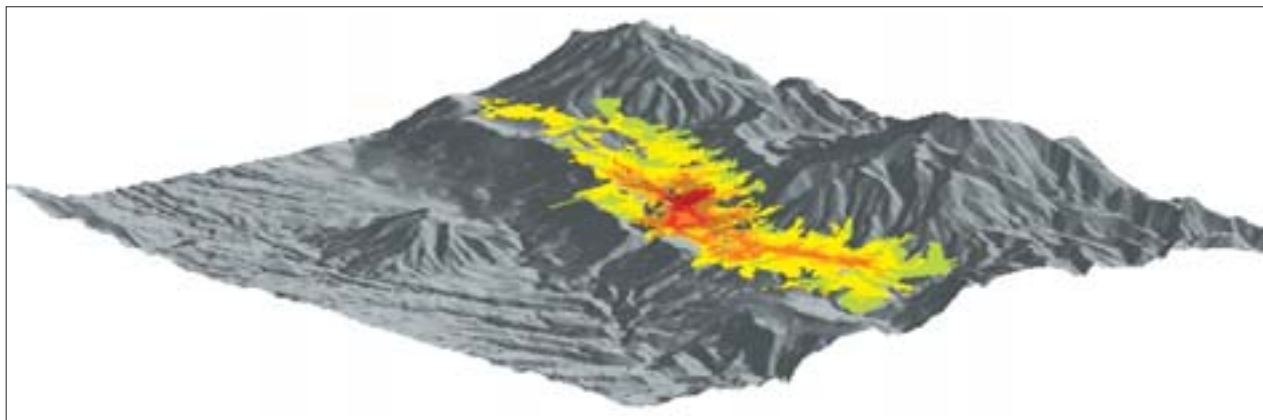
Les principes de la gestion relationnelle des données ont été étendus au traitement de la localisation géographique. Ainsi, les opérations classiques en base de données (sélection, jointure) peuvent être réalisées sur la localisation: sélection sur un espace par fenestrage ou masquage, croisement de deux objets en fonction de leur localisation, etc. Tout objet localisé peut être comparé à tout autre objet localisé de la base de données, ce qui ouvre le champ à une multitude d'opérations de gestion pour des données qui n'ont comme critère commun que leur localisation dans l'espace. Le système offre la possibilité de développer de nombreux traitements spécifiques: étude des données par des moyens statistiques; création de nouvelles variables par classification, calcul ou agrégation; opérations propres aux données localisées (calcul de surface, de périmètre, valeur d'appartenance ou agrégation sur un critère géographique, création d'un masque de sélection géographique par rapport à certains objets, interpolation géométrique, création de blocs-diagrammes, etc.). L'élaboration d'une carte implique deux, ou exceptionnellement, trois niveaux de traitements successifs.

• *Traitements réalisés sur la station Sun sans archivage d'image*
Il s'agit d'images intermédiaires qui sont visualisées par le chercheur afin de pouvoir progresser dans le processus d'élaboration d'une image définitive. Lorsque ces images sont imprimées, elles servent souvent de «brouillon scientifique» et d'étape dans une démarche cartographique plus complexe.

• *Traitements réalisés sur la station Sun avec archivage d'image*
Parvenir à une image «définitive» nécessite un long travail de réflexion et de nombreuses étapes intermédiaires. Sont présentés ci-après quelques exemples de traitements et de sorties graphiques.

- Les modèles numériques de terrain (MNT) et les sorties cartographiques dérivées

L'information topographique est fondamentale; par interpolation à partir des points cotés et des courbes de niveau, elle permet de calculer des modèles numériques de terrain et de les représenter en trois dimensions, d'en déduire les pentes, les orientations et aussi de constituer une base précise pour recaler les images aériennes ou satellitaires. En fonction des objectifs spécifiques de chaque recherche, on peut utiliser n'importe lequel des attributs contenus dans la base de données et le superposer aux modèles numériques de terrain (fig. 2). Il est



2. L'extension de la tache urbaine (vue du NE)

Sources: IGM (cartographie de base) et AIQ (modèles numériques de terrain).

Réalisation: Souris M. (planche n° 2).

également possible de croiser les données localisées et les images numériques provenant des satellites d'observation de la terre. En effet, la gestion de la localisation permet, en recalant selon la projection choisie l'information géographique et les données issues de la télédétection, non seulement d'introduire de nouvelles données pour des objets existants dans la BDU mais encore de développer de nouvelles techniques de traitement en télédétection (fig. 3).

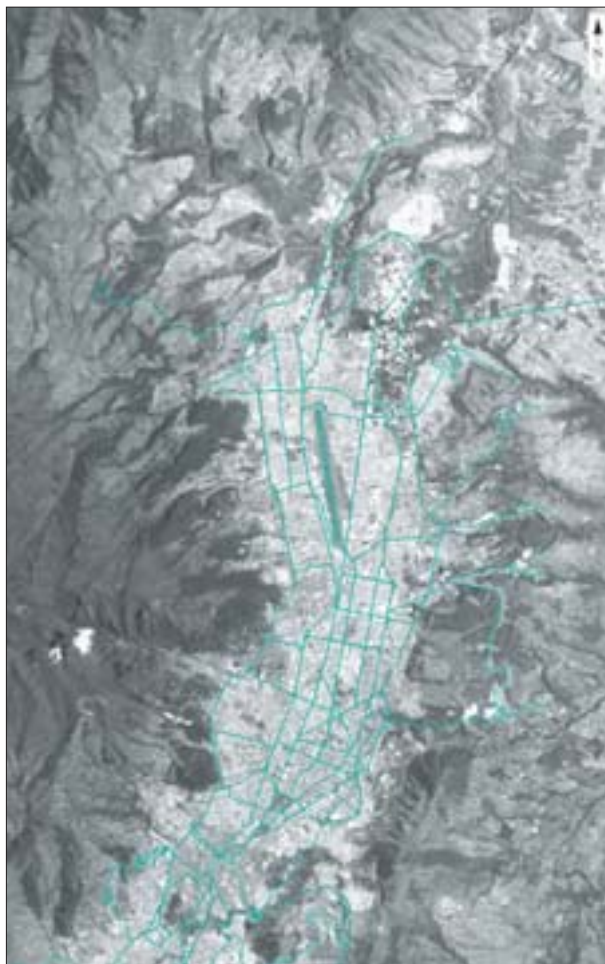
- La cartographie des risques

La représentation spatiale des espaces physiques selon leurs caractéristiques permet de déterminer leurs aptitudes mécaniques à recevoir des constructions. Les paramètres suivants ont été pris en compte: pente, morphodynamique, hydrogéologie, tectonique, qualité des sols, résistance au cisaillement, capacité portante (fig. 4). La capitale est vulnérable face aux risques naturels (morphodynamique, volcanique, sismique). La cartographie du risque volcanique (coulées de boue, lahars, pluies de cendres) montre que les parties basses du volcan Pichincha sont les plus menacées (fig. 5).

- Croissance urbaine et ségrégation spatiale

Les limites urbaines successives ont été reportées sur le plan au 1/10 000 de l'Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) pour les besoins du recensement de 1982 puis numérisées. Le centre historique apparaît en rouge; après plusieurs siècles de croissance auréolaire, l'extension devient longitudinale, contrainte par le site (fig. 6). La cartographie des îlots selon leur superficie permet d'approcher un des aspects des dynamiques urbaines et de mettre en évidence le type d'occupation en croisant la superficie et des informations socio-économiques.

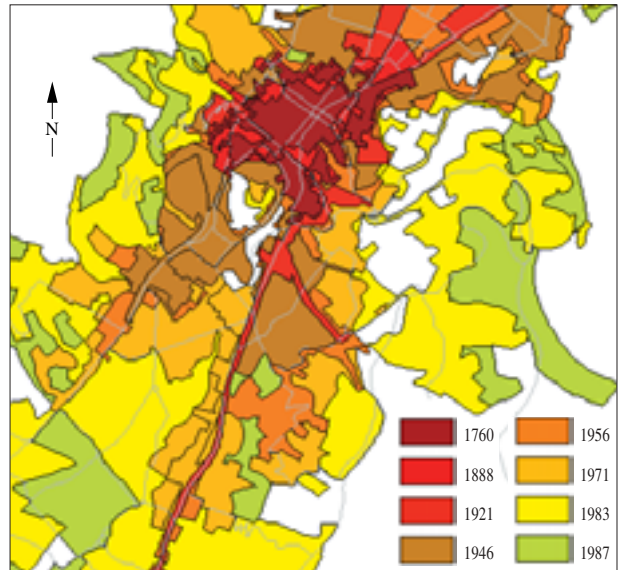
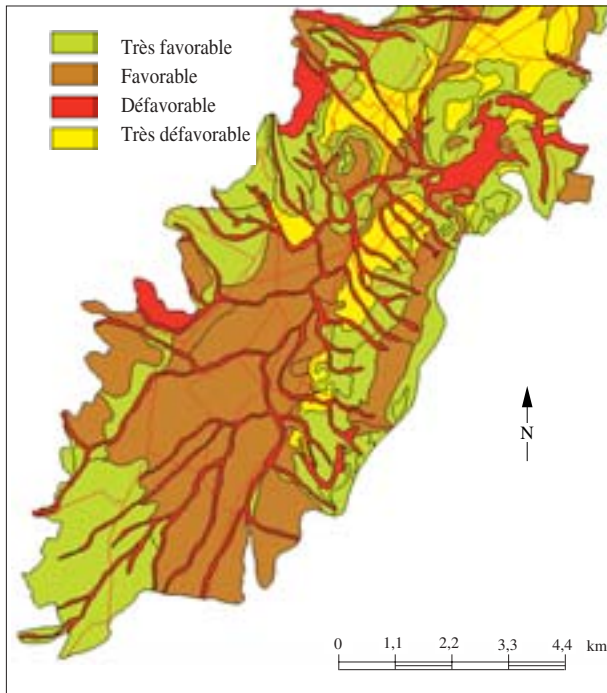
La carte relative à la détermination de «zones homogènes» a été réalisée à partir d'une combinaison linéaire intégrant dix-neuf attributs. Chacun d'eux a été pondéré selon son influence sur les conditions de vie au lieu qu'il contribue à définir. Cette pondération n'est intervenue qu'après un centrage-réduction des valeurs de tous les attributs. Les attributs pris en compte



3. La limite urbaine et la voirie sur fond satellitaire (1/140 000)

Sources: *Thematic Mapper*, 1986.

Réalisation: Souris M.



4. Géotechnique et constructibilité (sud) (1/110 000) (gauche, haut)

Sources: AIQ, 1990-1991, *Geomorfología, red de drenaje natural*, Quito; INEMIN, 1986, *Geología e hidrogeología*, 1/50 000, Quito; Ludeña P, Valladares J., 1990, *Sectorización de los suelos de Quito y recomendaciones preliminares de diseño*, Quito.

Réalisation: Dávila Á. (planche n° 8).

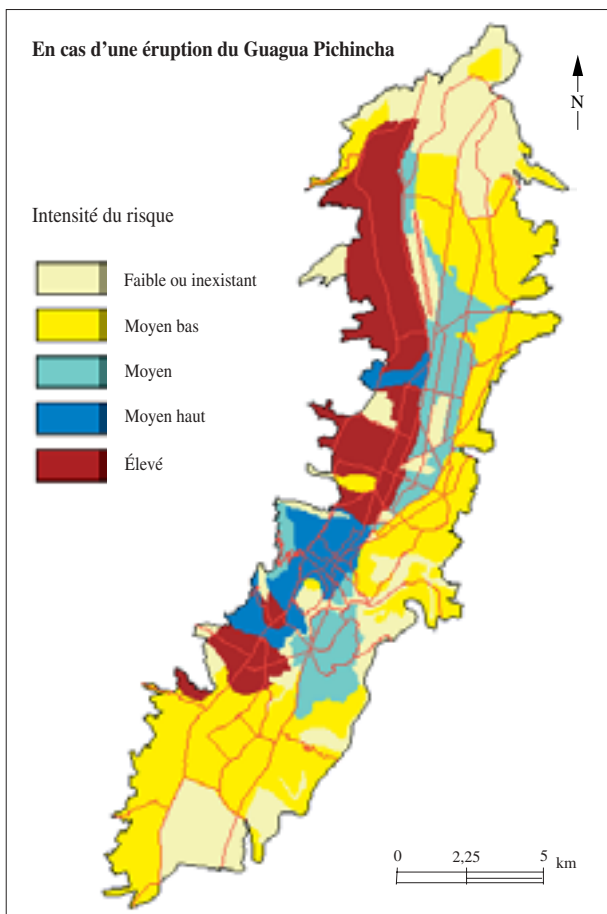
5. Risque volcanique (1/225 000) (gauche, bas)

Sources: Planches 5, 7, 10, 29 et 40.

Réalisation: Dávila Á. (planche n° 9).

6. L'extension de l'aire urbanisée (1/80 000) (droite, haut)

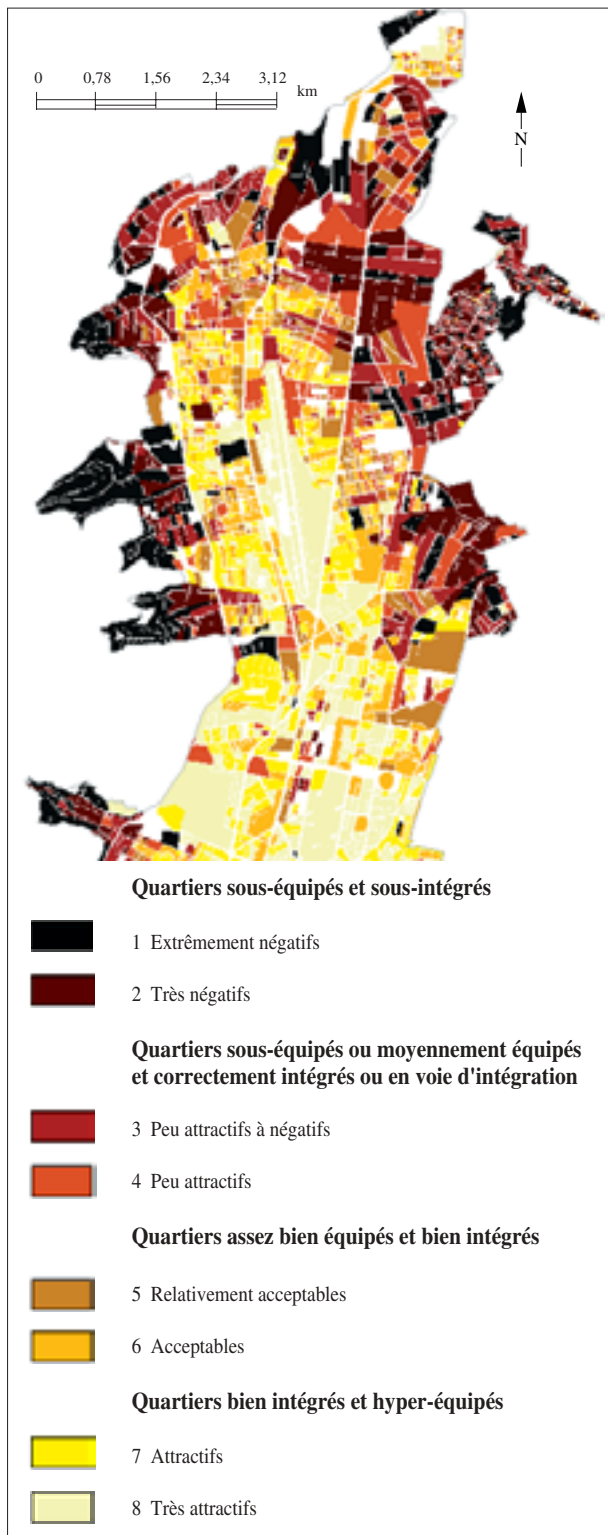
Sources: Plans de 1760 à 1946; IGM (couvertures aériennes 1956, 1971, 1983); SPOT (image satellite, canal panchromatique), juin 1986. Réalisation: Godard H. R. et Vega J. (planche n° 1).



pour l'élaboration de cette image sont de nature géographique (superficie de l'îlot, valeur de la pente, altitude), démographique (densité, indice de féminité, etc.), socio-professionnelle (pourcentage de cadres, d'artisans, etc.); d'autres se réfèrent au confort des logements (forme de distribution de l'eau potable) et aux activités (services, commerces et industries). On a obtenu une combinaison linéaire que l'on a divisée en huit quantiles, donc en classes de nombre égal d'îlots. Les différences de superficie que recouvre chaque quantile représenté viennent des tailles différentes d'îlots et de la dispersion de certains d'entre eux, alors que la plupart se trouvent regroupés en des ensembles géographiques clairement identifiables (fig. 7).

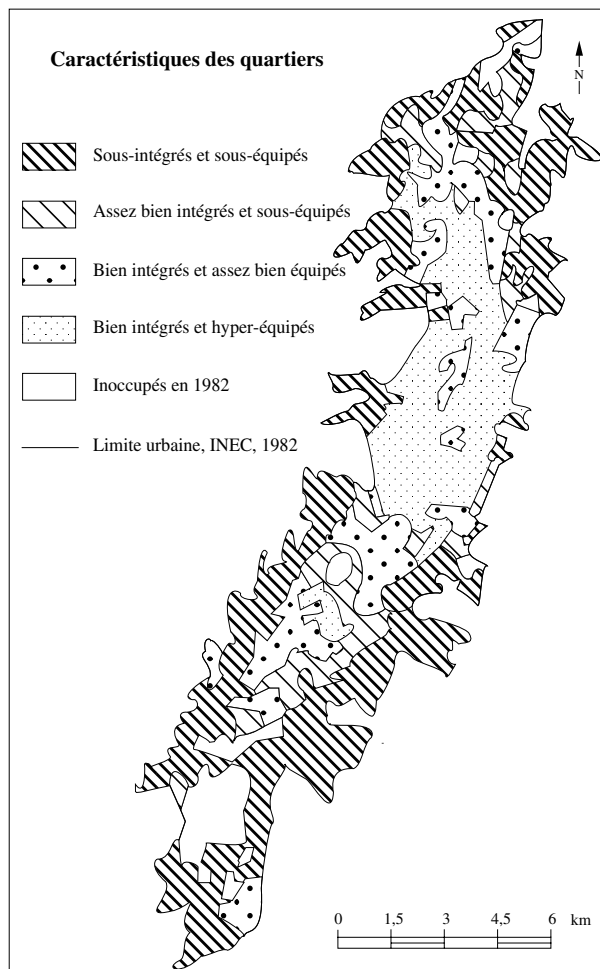
• *Traitements réalisés sur la station Sun avec impression et carte de synthèse redessinée sur Macintosh*

Parfois, certains documents de synthèse ont été réalisés sur Macintosh. Dans la plupart des cas, il s'agissait pour le chercheur de généraliser la carte issue de la station Sun afin de mettre en évidence les éléments les plus pertinents de la thé-



7. Équipement et conditions de vie en 1982 (1/78 000)

Source: INEC, 1982, *Censo de población y de vivienda*, Quito.
Réalisation: Maximy (de) R. et Souris M. (planche n° 34).



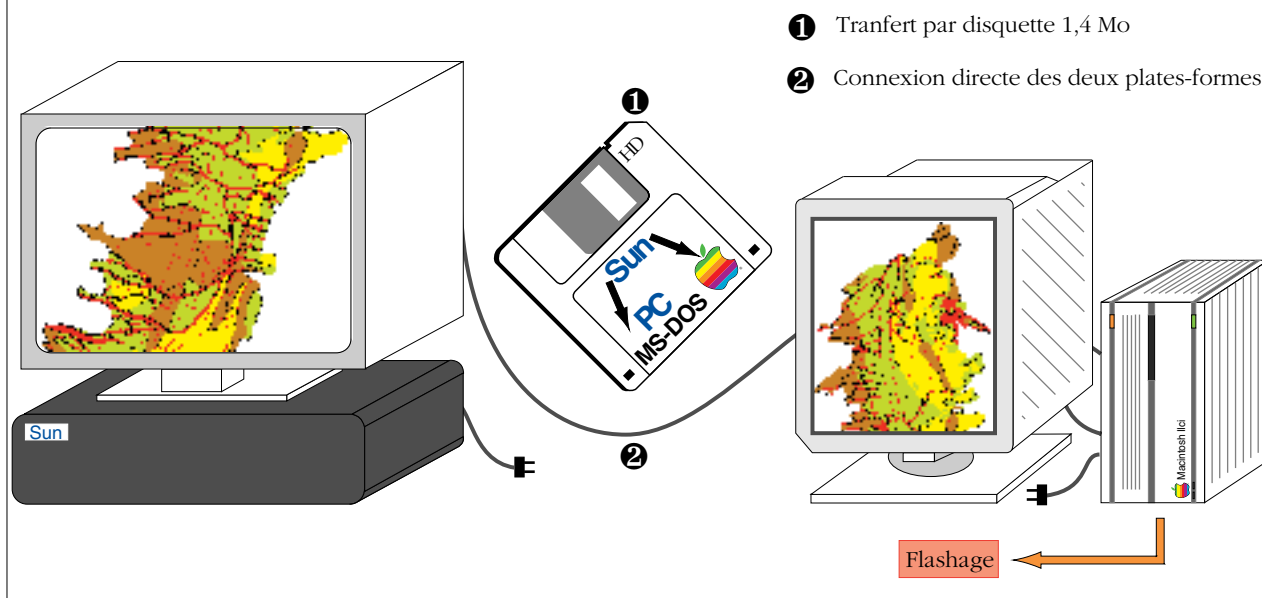
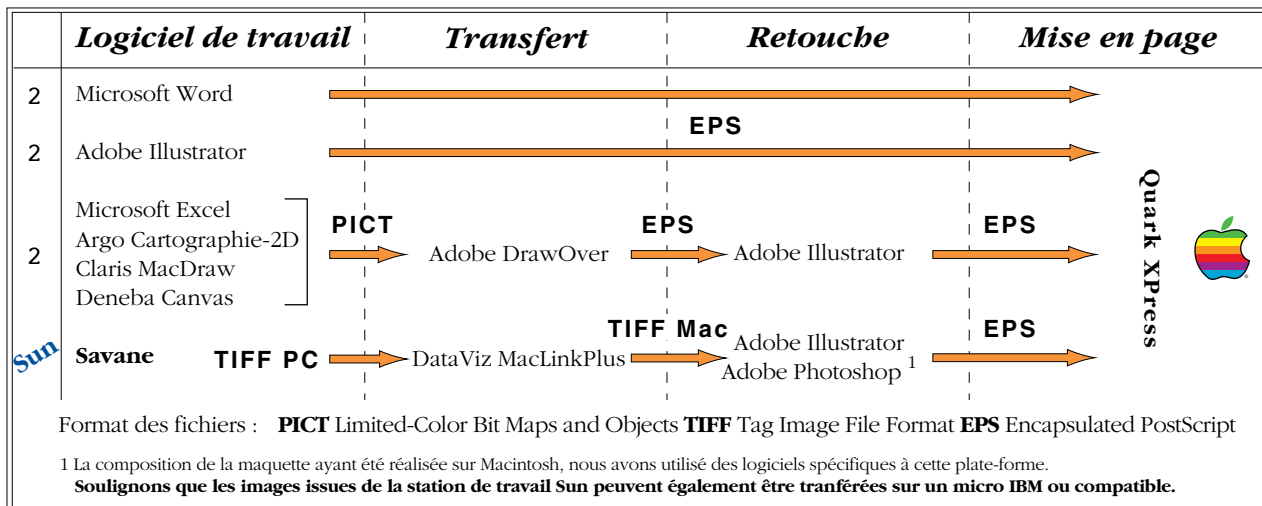
8. Équipement et intégration des quartiers (1/150 000)

Réalisation: Godard H. R. et Maximy (de) R. (planche n° 34).

matique considérée; exceptionnellement, le chercheur a dû utiliser plusieurs cartes issues du Sun (plus d'une dizaine parfois) pour réaliser la carte de synthèse qu'il n'était pas possible d'obtenir directement à partir de cette station. Ainsi, la carte des équipements et conditions de vie a-t-elle été simplifiée pour donner une image socio-géographique montrant les contrastes qu'impose la ségrégation sociale qui s'est établie ou renforcée au cours du temps (fig. 8).

De la maquette à l'impression

La base de données a été constituée sur une station de travail Sun alors que la maquette a été réalisée sur une plate-forme Macintosh. Les images issues du SIG sont archivées sur Sun au format TIFF puis transférées sur Macintosh (connexion directe ou disquette) où elles sont incrustées dans le document final (fig. 9). Les problèmes de transfert de fichiers qui se sont posés n'ont été résolus que progressivement, ce qui explique la relative hétérogénéité qualitative des cartes.



9. Schéma général des étapes du processus

Si chaque auteur devait se plier à un certain nombre de «normes» destinées à rendre homogène la présentation des planches et les organiser en fonction des thèmes fédérateurs de l'ensemble de l'ouvrage (fonctionnement et dysfonctionnements, mécanismes ségrégatifs), il avait toute liberté pour élaborer le texte et les cartes. Après révision des planches par des chercheurs et praticiens français et équatoriens, leur composition était effectuée.

L'actualisation du recensement de 1982 — les données sur bande magnétique du recensement de novembre 1990 sont disponibles depuis la fin de 1992 — est en cours d'achèvement à la mairie de Quito. Il sera donc possible d'établir des cartes comparatives et des représentations tendanciennes en utilisant les techniques et la méthodologie élaborées pour la réalisation de l'atlas.

Références bibliographiques

Instituto Geográfico Militar (IGM), Instituto Panamericano de Geografía e Historia Sección Nacional Del Ecuador (IPGH), Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM), 1987-1991, *Bulletin de l'Atlas informatisé de Quito (AIQ) / Boletín del Atlas informatizado de Quito (AIQ)*.

Instituto Geográfico Militar (IGM), Instituto Panamericano de Geografía e Historia Sección Nacional Del Ecuador (IPGH), Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM), 1992, *Atlas infográfico de Quito: socio-dinámica del espacio y política urbana / Atlas infographique de Quito: socio-dynamique de l'espace et politique urbaine*, 41 planches bilingues (espagnol, français), 29,7 x 42 cm, 297 p.