

GODARD H.R, géographe (ORSTOM);
SOURIS M., ingénieur en informatique (ORSTOM)

Cette communication sera présentée au cours du séminaire organisé par l'ISTED à Lyon les 20, 21 et 22 septembre 1988.

L'ATLAS INFORMATISE DE QUITO (AIQ): UN OUTIL AU SERVICE DE LA
GESTION ET DE LA PLANIFICATION URBAINE

THE COMPUTERIZED ATLAS OF QUITO (AIQ): A TOOL IN THE SERVICE OF
THE URBAN MANAGEMENT AND PLANNING

EL ATLAS INFORMATIZADO DE QUITO (AIQ): UNA HERRAMIENTA AL
SERVICIO DE LA GESTION Y DE LA PLANIFICACION URBANA

L'aire métropolitaine de Quito est confrontée à des problèmes de croissance, de fonctionnement, d'approvisionnement, ... Il est donc nécessaire, tant pour les gestionnaires de la ville que pour les scientifiques, d'élaborer un outil qui permette de comprendre et d'analyser les structures urbaines et de contribuer à la gestion de la ville. Le programme AIQ a pour objet de répondre, thématiquement et méthodologiquement, aux préoccupations des décideurs en termes de gestion et de planification. Les données sont gérées par un système d'information géographique - développé par l'ORSTOM - qui rend possible le traitement, la gestion et la restitution des données localisées. L'Atlas Informatisé de Quito apportera les réponses thématiques nécessaires à la compréhension du phénomène urbain et de son fonctionnement, en développant les méthodologies nécessaires à l'élaboration d'un observatoire urbain.

The metropolitan area of Quito is confronted with problems of growth, functioning, of supplies, ... Therefore it is necessary, for the city administrators as well as for the scientists, to elaborate a specific tool that could allow to understand and analyse the urban structures and contribute to the management of the city. The aim of the AIQ program is to answer thematically and methodologically the preoccupations of those who decide the management and the planning. The data are managed by a system of geographic information - developed by ORSTOM - which permits the processing, the management and the restitution of the localized data. The Computerized Atlas of Quito is going to bring out the necessary and thematic answers for the comprehension of the urban phenomenon and of its functioning, with the development of the necessary methodologies for the elaboration of a urban observatory.

El área metropolitana de Quito se enfrenta con problemas de crecimiento, funcionamiento, abastecimiento, ... Entonces, es necesario, tanto para los planificadores de la ciudad como para los científicos, elaborar una herramienta específica que permita entender y analizar las estructuras urbanas y contribuir a la gestión de la ciudad. El programa AIQ tiene como objetivo responder temáticamente y metodológicamente a las preocupaciones de los responsables de la gestión y de la planificación. Los datos están manejados por un sistema de información geográfica - desarrollado por el ORSTOM - el cual hace posible el procesamiento, la gestión y la restitución de los datos localizados. El Atlas Informatizado de Quito aportará las respuestas temáticas necesarias para la comprensión del fenómeno urbano y de su funcionamiento, desarrollando las metodologías necesarias a la elaboración de un observatorio urbano.

INTRODUCTION

La capitale de l'Equateur et sa périphérie immédiate se heurtent à des problèmes de plus en plus préoccupants qui affectent la croissance de ce pôle urbain. La forte concentration de population à l'intérieur de la ville de Quito (1 million d'habitants, taux de croissance annuelle de 4,43% entre les deux derniers recensements de 1974 et 1982, 10 000 hectares occupés, 2 800 m d'altitude) et de l'aire métropolitaine multiplie les problèmes touchant au fonctionnement et à la gestion de l'espace urbain. Le dynamisme quiténien, particulièrement net à partir des années cinquante, s'amplifie à partir du "boom" pétrolier en 1972. La mise en valeur des gisements d'hydrocarbures est passée rapidement sous le contrôle de l'Etat, donc indirectement de Quito qui voit son rôle de capitale renforcé au détriment de Guayaquil, second pôle urbain du pays. La croissance démographique rapide - migrations intra-régionales et taux d'accroissement naturel -, et les mutations socio-économiques profondes transforment l'espace urbain quiténien: tentatives de réhabilitation du centre chassant les plus démunis vers d'autres espaces urbains; extension des zones taudifiées et des quartiers populaires; occupation "illégal" de terres à partir des années quatre-vingt; transferts fonctionnels accroissant les processus de ségrégation spatiale (résidentielle, sociale et économique); extension des quartiers moyens et aisés vers le nord et sur les hauteurs de la capitale et dans les vallées reliées par des voies rapides au "nouveau" centre des affaires;... Environ la moitié de la population quiténienne doit affronter quotidiennement des problèmes graves: accès de plus en plus difficile aux équipements et aux services de base; dysfonctionnements au sein des systèmes de voirie et de transport urbain; répartition spatiale déséquilibrée des activités; problèmes accrus d'emploi; diminution des salaires réels en raison de l'aggravation de la crise économique que traverse le pays; etc. La Municipalité, qui ne dispose que de faibles ressources financières et qui dépend de plus en plus du gouvernement central - "redistribution" de la rente pétrolière - ne peut plus faire face à la crise qui affecte la capitale. C'est dans le cadre de cette situation urbaine préoccupante qu'est née la demande équatorienne; la Mairie de Quito, l'Institut Géographique Militaire, l'Institut Panaméricain de Géographie et d'Histoire et l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM) se sont associés pour réaliser l'Atlas Informatisé de Quito (AIQ) dont l'objectif prioritaire est la constitution d'une base de données urbaines localisées.

1. LES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES DU PROGRAMME AIQ

Il s'agit d'abord de générer des connaissances afin d'**élaborer un diagnostic** de la situation urbaine, à la fin des années quatre-vingt; celui-ci permettra aux autorités équatoriennes de pouvoir, du moins partiellement, résoudre les problèmes urbains prioritaires que nous avons brièvement exposés dans l'introduction. L'AIQ cherche à identifier les aptitudes des différentes zones de la ville par la connaissance des caractéristiques foncières, du prix du sol urbain, des stratégies des habitants, du milieu physique,... Cette identification prend en compte les contraintes liées aux risques naturels - l'agglomération quiténienne est une zone à hauts risques sismiques et volcaniques -, les aptitudes à la construction, les possibilités d'implantation d'équipements et de services, ainsi que la conservation des zones de protection écologique. On appréhende ainsi la formation du tissu urbain actuel et on dispose d'éléments solides pour asseoir la prévision et la planification de l'extension future de la capitale et de son aire métropolitaine. L'AIQ analyse les comportements de la population par rapport à la ville pour comprendre le fonctionnement et les dysfonctionnements de celle-ci. Ceci implique l'étude des relations qui existent entre les équipements et les habitants (élaboration d'indicateurs mettant en relation les équipements et les services de base et le nombre d'habitants par "zone homogène"), les logements et leurs occupants (croisement des données issues du dernier recensement et des enquêtes spécifiques menées à bien pour les besoins propres du programme afin d'élaborer la typologie de l'habitat et de définir les indices de confort), les emplois et les actifs (croisement des données localisées du recensement et des 80 000 activités "formelles" et "informelles" classifiées et repérées cartographiquement), la ville et sa région, l'agglomération et le reste du pays. Sont analysées les migrations alternantes à l'intérieur de l'aire métropolitaine, c'est-à-dire les déplacements entre les zones de résidence et les zones d'emploi et de loisir, et les migrations de résidence - étude des systèmes résidentiels. Sont identifiés, à travers de la localisation des équipements et des services, le fonctionnement de l'agglomération et les frictions qui existent entre les sous-systèmes urbains: zones industrielles, zones de résidence, systèmes de transport,...

L'analyse des données existantes et de celles qui sont collectées spécifiquement pour les besoins de l'AIQ permettent d'**étudier le fonctionnement** de la capitale, les dynamiques urbaines et l'évolution du tissu urbain. La multiplication des échelles d'analyse, du 1/500 pour l'étude des îlots au 1/100 000 pour l'analyse de l'aire métropolitaine au sein de sa région, permet d'appréhender les différentes composantes du phénomène urbain quiténien. Comprendre le fonctionnement actuel de la capitale conduit, lorsque les données existent ou peuvent être

collectées, à tenir compte de la perspective historique, qui permet, d'une part, d'expliquer l'évolution spatiale, fonctionnelle, morphologique et dynamique de la capitale, et d'autre part, de pouvoir proposer, en liaison étroite avec les pouvoirs municipaux, des "solutions" aux problèmes de croissance qui affectent la capitale et la majorité de ses habitants. Seuls, le diagnostic de la situation urbaine de la capitale à la fin des années quatre-vingt et l'explication des dynamiques de sa croissance permettront aux gestionnaires de disposer des éléments indispensables à la gestion et à la planification de l'espace urbain.

Quito et son organisme de contrôle et de gestion disposeront au travers de l'AIQ, d'une part, d'une information actualisée, permettant d'appréhender de façon régulière le fonctionnement de la ville, et d'autre part, d'un outil méthodologique qui répondra à ses besoins pour l'actualisation de ses informations. L'AIQ doit permettre à la Municipalité de pouvoir, **contrôler et organiser la croissance** de la ville, localiser précisément les nouveaux établissements de santé et d'éducation (par exemple) en fonction de la croissance démographique et prévoir l'extension des réseaux de base et des infrastructures,... à partir des indicateurs d'urbanisation qui sont actuellement mis au point et des données qui sont collectées, traitées et analysées. Ce sont les cartes qui, à la fin des années quatre-vingt, définissent les secteurs urbains desservis et non équipés, "intégrés" et "non intégrés" à l'espace urbain "consolidé", permettent de corréliser le poids démographique des zones homogènes définies et les équipements et les services, et mettent en évidence la répartition des activités, l'évolution du marché immobilier et les aires de centralité, qui permettront aux autorités municipales de mieux planifier et gérer l'espace urbain à moyen terme. Afin de répondre aux objectifs scientifiques développés précédemment, il est nécessaire de disposer de moyens techniques, de méthodologies et d'outils qui permettent l'interrogation et la réactualisation des données à moindre coût.

2. LES MOYENS METHODOLOGIQUES

Les objectifs de la base de données sont multiples: il est nécessaire de disposer d'un outil qui permette de répondre, d'une part, aux questions thématiques recouvrant l'ensemble de l'espace urbain, et d'autre part, aux préoccupations de gestion à l'échelle du quartier ou de l'îlot. C'est un besoin d'accès rapide à l'information qui, en vue d'analyse et de synthèse, nécessite la mise en relation de l'ensemble des données et la gestion complète de la localisation géographique (où se trouve tel phénomène? Quel effectif de population est concerné par tel service? Quel est l'impact de la modification de telle ligne de transport?...).

De plus, le coût du matériel et du logiciel doit rester raisonnable (ne pas dépasser 500 KF), d'une part, pour situer le projet dans le cadre de la recherche en coopération, et d'autre part, pour permettre la duplication du système mis au point à Quito sur un autre site, même de taille plus réduite. Face à la non-existence sur le marché d'un système répondant à ces impératifs (fonctions et coûts), nous avons décidé de développer l'ensemble de la configuration (choix des matériels, développement logiciel); de plus, ce choix nous permet d'avoir la maîtrise absolue des extensions logicielles possibles en fonction des besoins exprimés au cours du projet.

Le système mis au point par l'unité d'Infographie de l'ORSTOM reprend les principes de la gestion relationnelle des données, en y incluant la localisation, banalisée par de nouvelles opérations algébriques de gestion de données: la restriction spatiale (sélection d'objets se trouvant dans un domaine géographique donné), la jointure spatiale (mise en relation d'objets par rapport à leur localisation). Chaque thématique conserve sa propre implantation spatiale, indépendamment des autres thématiques: c'est le système de gestion qui, au moment de l'interrogation permet de comparer les objets sur leur localisation. Ainsi, il est possible de modifier ou ajouter une thématique sans toucher aux données déjà existantes, tout en gardant pour chaque objet la pertinence spatiale maximum (les données graphiques ne sont pas ramenées à un carroyage qui, par son caractère figé, entraîne une perte importante d'information de localisation).

La configuration matérielle comprend un micro-ordinateur et une table à digitaliser grand format pour la saisie, une station de travail graphique couleur pour la manipulation et le traitement des données, une table à dessiner à plumes et un système de recopie d'écran à transfert thermique pour la cartographie des résultats. La base comprend des données de types divers: données classiques non localisées (recensement par individu,...), données localisées (services municipaux par îlot, structure des logements, réseaux de transports, activités, infrastructures urbaines,...), et données sous forme d'images provenant de traitements sur des images satellite (TM, SPOT). L'ensemble de ces données peut être relié, comparé et manipulé par le système de gestion de base de données localisées: il est possible de calculer la surface des îlots ayant telle caractéristique, de sélectionner les îlots se trouvant à telle distance de telle infrastructure, de faire la moyenne par quartier d'un effectif de population de tel type, de calculer un indice radiométrique dans une zone prédéfinie (îlot, zone d'influence,...). L'utilisation de l'imagerie satellitaire fait également l'objet d'une attention toute particulière: étude des limites et de la croissance urbaine, détermination d'une base de sondage, typologie et stratifica-

tion de l'espace urbain pour l'amélioration des estimations de population par sondage, extraction automatique de la voirie, étude des espaces verts, des "réservoirs" fonciers.

Conçu prioritairement pour élaborer un diagnostic complet de la ville, un système de gestion de ce type permet également la mise à jour rapide des données: ce système constitue le noyau d'un véritable observatoire urbain.

3.LES PRODUITS SCIENTIFIQUES ATTENDUS

L'objectif fondamental de ce programme consiste à **élaborer une base de données urbaines**. Sont en voie d'intégration dans cette base de données les éléments suivants, après traitement statistique (associations de variables, détermination de classes,...): le recensement de 1982, qui constitue la base de l'étude de Quito - structure de la population, morphologie de l'habitat, indices de confort, catégories socio-professionnelles, etc. - à l'échelle de chacun des îlots; contraintes physiques - géomorphologie, pluviométrie, hydrologie, évolution des accidents du drainage urbain et risques naturels; enquêtes exhaustives ou par sondage réalisées par les membres de l'équipe AIQ - activités visibles de la rue en 1986/1987, évolution du réseau bancaire et des grands services publics depuis 1960, évolution du marché immobilier (à partir des annonces publiées dans *El Comercio*, grand quotidien quiténien) à partir de 1970, aspects morphologiques et migratoires analysés à partir d'un sondage sur échantillon tiré de l'image satellite SPOT,...; réseau de base et équipements collectifs; transports intra-urbains; approvisionnement de l'agglomération en produits alimentaires et non-alimentaires.

Les institutions qui participent au programme et celles qui sont intéressées par la constitution de la base de données urbaines pourront interroger celle-ci et **produire des cartes "à la demande"**. Elles pourront obtenir des sorties graphiques, à des échelles diverses, d'une variable ou d'une association de variables intégrées dans la base mais non publiées dans l'Atlas. En effet, cet ouvrage final ne permettra pas de mettre l'accent sur un secteur urbain de taille réduite en raison de l'échelle de publication (1/40 000); de plus, la ou les variables auxquelles s'intéressent certaines institutions auront pu être combinées avec d'autres variables afin d'élaborer des cartes de synthèse.

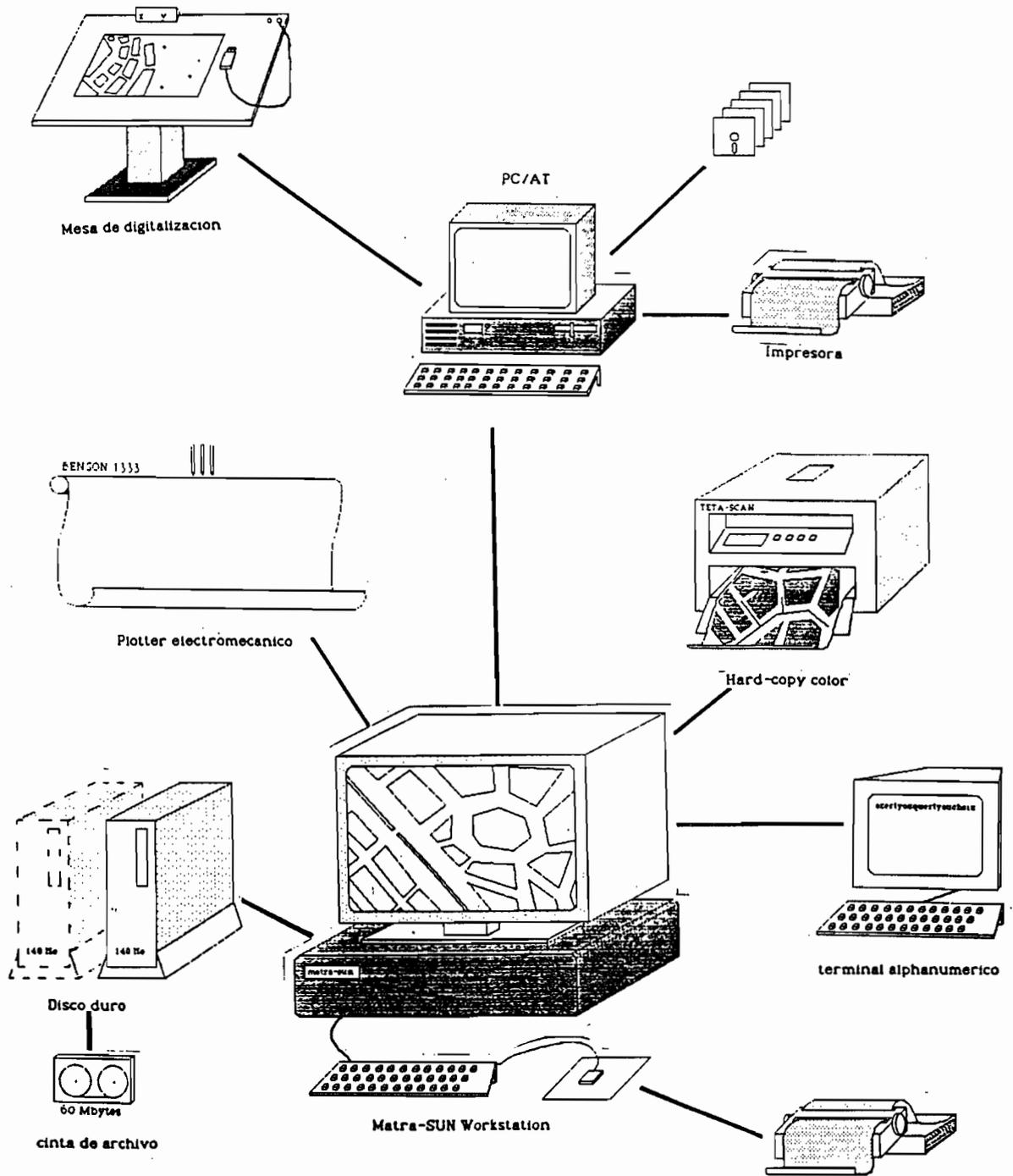
L'ouvrage qui sera publié se présentera sous la forme d'une quarantaine de planches, au 1/40 000 environ, accompagnées de documents explicatifs (notices, courbes, graphiques, schémas de fonctionnement,...). L'accent sera mis sur les planches synthétiques, les liens étroits entre l'Homme et le milieu physique et sur les aspects diachroniques et dynamiques, indispensables à la compréhension de l'évolution de la capitale et des problèmes auxquels elle se heurte. Si les atlas urbains ne sont plus une nouveauté, celui de Quito apparaît comme une entreprise de la troisième génération qui allie les avantages des atlas de la première génération - ouvrages réalisés sans moyens informatiques permettant l'élaboration de cartes "classiques", lisibles mais non réactualisables - et de ceux de la seconde génération - travaux informatisés se caractérisant par la réalisation de cartes réactualisables mais bien souvent de réalisation graphique relativement grossière.

Enfin, les méthodologies et outils nouveaux, développés et/ou créés pour les besoins du programme, **pourront être transposés** dans d'autres villes des tiers mondes ou des régions industrialisées (il est bien évident que si les techniques sont transposables, les objectifs et la réflexion scientifiques doivent être adaptés au milieu géographique et socio-économique de la ville considérée).

CONCLUSION

Ce vaste programme, très lié aux centres de recherche français et équatoriens, permettra d'avoir une meilleure connaissance des dynamiques urbaines d'une capitale andine et de perfectionner les techniques d'analyse et de cartographie automatique - traitement des données, utilisation numérique du dessin, appel aux procédés de télédétection, infographie,... - sans pour autant négliger les techniques géographiques dites "traditionnelles" - enquêtes, travaux de terrain, cartographie dessinée,... De plus, l'aspect transfert de connaissances doit être souligné: en effet, les Equatoriens qui participent activement à l'AIQ, qu'ils soient ingénieurs-géographes, sociologues, architectes ou planificateurs, manient les outils informatiques en fonction des besoins de leur recherche. Ce programme n'est en fait qu'un volet d'un projet plus vaste destiné à mettre en place une cellule de gestion urbaine, si les conditions le permettent: ce noyau, embryon d'un observatoire urbain, pourrait, à la fin de l'année 1990 - achèvement du programme AIQ - être pris en charge par les autorités équatoriennes et devenir **permanent**. Ce programme interdisciplinaire, inter-institutionnel et international devrait être un catalyseur permettant de dynamiser la recherche urbaine, fondamentale et appliquée, en Equateur.

La Configuración informática



à digitaliser . L'échelle de digitalisation étant le 1:2000, une feuille de digitalisation comprendra soit la totalité du secteur (si c'est possible), soit une partie du secteur en évitant qu'un même îlot soit coupé sur deux feuilles différentes. Conserver la hiérarchie au niveau du secteur va faciliter non seulement la saisie de la clé (le numéro donné à chaque îlots par la Mairie), mais également tout le processus d'assemblage, de création des feuilles, de leur saisie et vérification. On suivra sur une fiche récapitulative concernant chaque feuille (fiche 2) l'état d'avancement des travaux de cette feuille : dessin, digitalisation, correction, recalage et intégration, saisie alphanumérique, intégration. Ces fiches seront remplies par le superviseur. Une fiche de travail (fiche 3) permettra de suivre chaque étape pour chaque feuille : elle contiendra les informations permettant de compléter la fiche récapitulative, et devra être remplie par l'opérateur effectuant le travail en question (dessin, digitalisation, correction, ...).

Le dessin des îlots est rendu nécessaire par le trop grand nombre d'informations présentes sur les plans d'origine : la digitalisation directe de ces plans présenterait un très grand nombre d'erreurs, en compliquant considérablement le travail de l'opérateur. Le dessin doit suivre des règles précises : contour des îlots seuls (sans les trottoirs) avec simplification éventuelle dans le cas de petits décrochements, et fermeture de chaque îlot d'une manière plus ou moins arbitraire de façon à suivre l'alignement des bâtiments quand ils existent.

Le nom de chaque feuille sera donné par le superviseur, qui de plus en déterminera les points de calage. Il établira au fur et à mesure un plan d'assemblage par feuille de digitalisation, indiquant ainsi l'état d'avancement des travaux.

La digitalisation sera effectuée par un opérateur qui remplira la fiche de travail correspondante. L'ordre dans lesquelles les feuilles seront digitalisées, vérifiées, et corrigées (si besoin est) sera déterminée par le superviseur.

Constitution de la relation correspondant aux données de l'INEC (recensement 1982)

Comme nous l'avons dit plus haut, les différences graphiques sont peu importantes entre le découpage en îlots de la Mairie et celui de l'INEC. La constitution des fonds graphiques se fera donc par correction, pour chaque feuille, les différences ayant été auparavant reportées par dessin sur les feuilles originales. La clé descriptive de chaque zone devra par contre être modifiée, le numéro INEC étant évidemment différent du code de la Mairie. Ces numéros devront également être reportés sur les plans d'origine, et corrigés feuille par feuille.

Personnel, matériels, logiciel.

Le personnel nécessaire à cette opération est fourni par l'IGM. Il comprend :

- un superviseur .
- quatre dessinateurs qui effectueront le report de l'information et le dessin des îlots
- un opérateur de digitalisation .

Le matériel de dessin (Cronaflex) est fourni par l'Orstom.

Département **S**ociété, **D**éveloppement, **U**rbanisation
(S. D. U.)

ATLAS INFORMATISE DE QUITO

- PRESENTATION ET PREMIERS RESULTATS -

Documents de Travail

ORSTOM

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS

1. L'Atlas Informatisé de Quito (AIQ) : les objectifs généraux

1.1. Bref historique du programme Atlas

Informatisé de Quito (AIQ)

H.R. GODARD

1.2. Atlas Informatisé de Quito (AIQ) :

termes de référence scientifiques et
techniques

Equipe AIQ

1.3. L'Atlas Informatisé de Quito (AIQ) :

production de connaissance et dévelop-
pement de méthodologies et d'outils

Equipe AQI

1.4. L'Atlas Informatisé de Quito (AIQ) :

un outil au service de la gestion et de
la planification urbaine

H.R. GODARD

M. SOURIS

2. L'AIQ : de nouveaux outils et de nouvelles méthodologies au service de la gestion urbaine

2.1. Configuration du matériel informatique

MATRA-SUN

M. SOURIS

2.2. La constitution de la base de données

urbaines sur Quito : premières données et
organisation de la saisie graphique

M. SOURIS

- 2.3. L'utilisation de la télédétection pour
l'observation des populations urbaines :
un programme du Département SDU en
cours à Quito
- F. DUREAU
B.LORTIC
- 2.4. Développement d'une méthode de
sondage démographique etc...
- A. MICHEL
M. SOURIS
- 2.5. Influence des facteurs météorologiques
sur la probabilité d'obtention d'une image
satellite SPOT ou THEMATIC MAPPER
- A. MICHEL
3. L'AIQ : premiers axes de réflexion, premiers documents de
travail
- 3.1. Quito et ses limites : problèmes de
définition et zone d'étude AIQ
- R. VALLEJO
- 3.2. La croissance spatiale de Quito à
partir des plans historiques (1760, 1888,
1921, 1946)
- H.R. GODARD
J.VEGA
- 3.3. Micro-zonification des dommages
occasionnés à Quito lors du séisme du
5 mars 1987
- M.A de CASTRO
- 3.4. L'évolution spatiale du réseau
bancaire
- H.R.GODARD
J. VEGA
- 3.5. Structure et dynamique des centres
de Quito et de Guayaquil
- H.R. GODARD

3.6. Composition et évolution du salaire

minimum mensuel salariés du secteur

public et travailleurs en général

(1970-1987)

H.R. GODARD
CI.de MIRAS