

ORSTOM

C T U A L I T É S

RESEAU
DETECTION
SYSTEMES
D'INFORMATION
GEOGRAPHIQUE
TECHNOLOGIES
DIGITALES
LE KAR
L'INFORMEL
MEY

N° 30
Septembre
Octobre
1990

INSTITUT
FRANCAIS
DE RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
POUR LE
DEVELOPPEMENT



ORSTOM

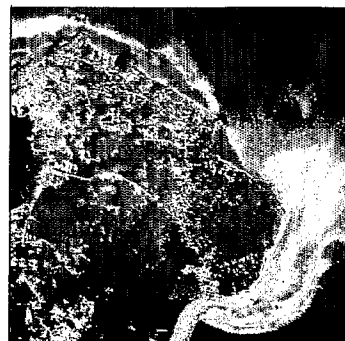
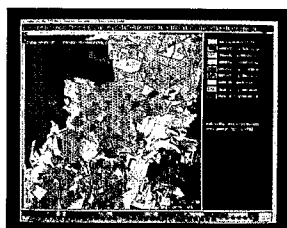
A C T U A L I T É S



Structures thermiques
sur la façade maritime sénégal
mauritanienne

2

Les systèmes d'information
géographique
Méthodes informatiques de description
et de gestion de l'espace.



23

La formation dans le secteur informel
Une étude de cas à Niamey
Dans les pays en développement, une
partie importante de l'activité
économique est informelle.



7

Un laboratoire de biotechnologies
végétales à Dakar
Le 29 Juin 1990, l'ISRA et l'ORSTOM
ont procédé à la pose de la première
pierre de ce laboratoire.



Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : B*20898 Ex: 1

à B*20904

Directeur de la publication :
Louis Perrois
Rédactrice en chef :
Catherine Leduc-Leballeur
Orstom : 213, rue La Fayette
75010 Paris
Tél. : 48 03 77 77
Fax DIST : 40 34 69 13
ISSN 0758 833 X
Commission paritaire
N° 1864 ADEP
Imprimerie : Offset Arcueil
Tél. : 46 64 01 02

11

Dossier central - Le réseau
télé-détection
Ce réseau est présenté à partir de 3 de
ses pôles : Nouméa, Dakar et Cayenne.

29

Audiovisuel



UN OUTIL PLURIDISCIPLINAIRE

C'est l'une des plus anciennes vocations de l'Orstom que d'établir des inventaires. La « carte » en est un support privilégié par la localisation de signes et de codes même si la complexité égare parfois la lecture. Cependant, l'utilité de l'information et sa validité s'estompent parfois durant le long délai d'établissement de la cartographie d'inventaire. La nécessité d'organiser, de consulter et de représenter une abondante information localisée impulsa le développement des méthodes informatiques de description et de gestion de l'espace.

Les systèmes d'Information Géographique (SIG) ont d'abord répondu aux besoins d'une cartographie automatique que l'analyse, comme la communication, réclamaient sans délai. La commodité de l'outil ouvrit alors de nouvelles perspectives à la cartographie quantitative : la possibilité de représenter rapidement la répartition spatiale de valeurs numériques calculées ou observées, facilite la mise en évidence de structures insoupçonnées. Bien des chercheurs utilisent l'outil pour l'analyse de données. Désormais, la carte, dont seuls les géographes avaient su faire un outil complexe, devient accessible à chacun par les capacités combinatoires démultipliées qu'autorisent ces nouvelles techniques. Ainsi on représentera des axes factoriels, des classifications hiérarchisées, on rendra compte des lieux qui s'écartent d'un modèle établi, on établira de nouvelles expressions indicielles remplaçant les synthèses par superposition et le décideur y trouvera un guide précis à des interventions localisées.

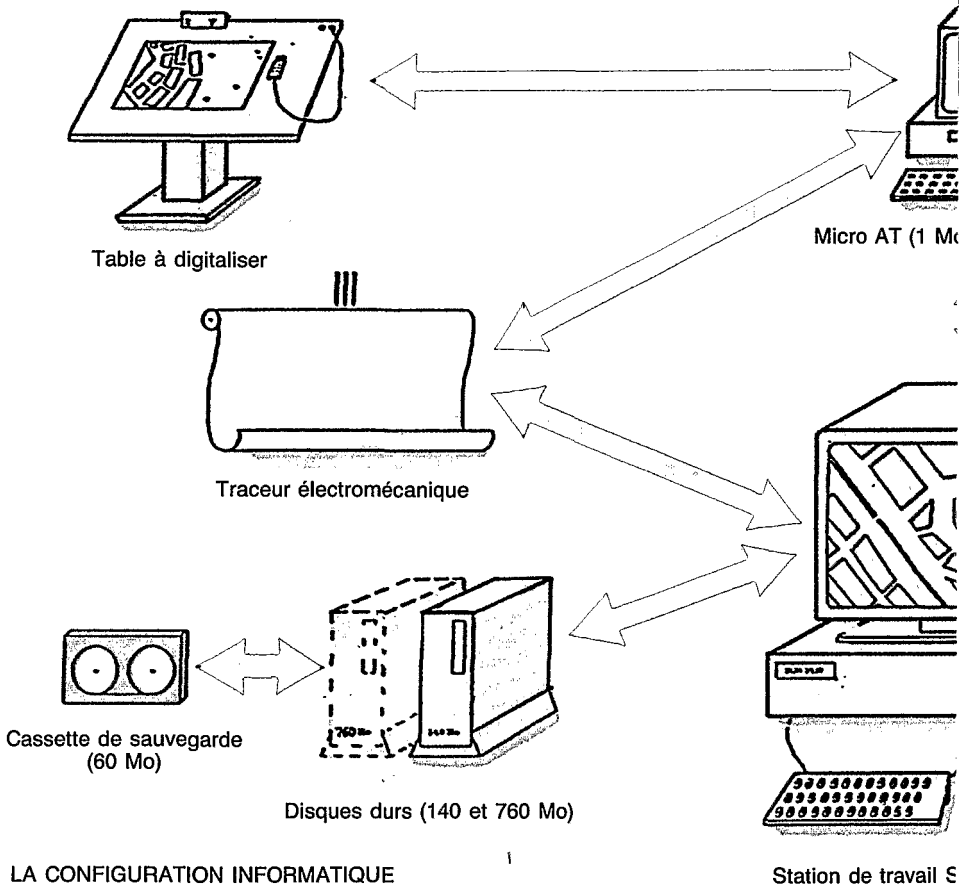
La masse croissante d'une information qui se diversifie devient difficile à gérer. Il a fallu attendre le perfectionnement des « Systèmes de Gestion de Base de Données » (SGBD) et du matériel informatique pour pouvoir embrasser dans un même Système d'Information Géographique toute information relative à un espace donné. L'accélération des cheminements entre divers niveaux d'une réalité complexe élargit les choix d'observation et ouvre des perspectives pluridisciplinaires. De nombreuses opérations arithmétique

LES SYSTEMES D'INFOR

ques ou logiques sont réalisables sur les attributs (« variables » ou « caractères ») de chaque unité spatiale, qui peut ainsi être immédiatement visualisée et analysée, quelle que soit l'échelle de travail.

De plus, un Système d'Information Géographique opère l'agrégation des objets spatiaux sur des critères de voisinage (lieux, réseaux) ou sur une même valeur d'attribut. L'échelle pertinente de chaque phénomène examiné peut ainsi être recherchée. Le démographe aura le choix d'unités spatiales où l'inertie des grands nombres rend possible une interprétation libérée du hasard, l'économiste choisira un pôle de développement, l'urbaniste déterminera ses lieux d'inter-

Enfin, la superposition offre de puissantes perspectives à l'observation. Plusieurs ensembles d'objets issus de géographies différentes (climat, pédologie, division administrative...) peuvent être superposés, permettant une partition plus fine qui regroupe l'ensemble des informations de départ. Ces nouvelles unités, plus précises qu'un classique carroyage, s'offrent alors à l'analyse des données. Grâce au Système d'Information Géographique, et avec les précautions d'usage, il devient possible de compléter un inventaire par une information précédemment négligée, mais que l'on trouve dans un autre dénombrement, indépendamment des découpages.



LA CONFIGURATION INFORMATIQUE

vention, de la parcelle au quartier, du quartier au réseau, selon ses interprétations. Les applications sont innombrables pour la recherche ou l'aménagement d'un territoire : l'influence d'un réseau, d'un projet sera immédiatement reconnue sur une économie ou une population dont on pourra évaluer les caractères. Si l'analyse l'exige, l'agrégation sera appliquée aux pixels d'une photo satellitaire selon un découpage lui-même sélectionné dans le système.

LE SYSTÈME "SAVANE"

Au milieu des années quatre-vingt, avant que de tels progiciels ne soient commercialisés, l'Orstom s'attacha au développement d'un Système d'Information Géographique. Il en résulta le système *Savane*, sur station de travail Sun, dont quelques applications sont ici présentées. Sa simplicité d'emploi et sa présentation fonctionnelle par menus déroulants en ont fait un outil des plus ergonomiques.

INFORMATION GEOGRAPHIQUE

L'ensemble des traitements s'est affiné à l'usage de recherches qui l'ont personnalisé. En plus du noyau de gestion relationnelle étendue aux données localisées, il rassemble un programme de saisie graphique, un module de calcul d'interpolation graphique pour la création de Modèle Numérique de Terrain et un module de traitement d'images. En plus des fonctionnalités exigées dans de tels progiciels, *Savane* s'est plié aux besoins des chercheurs en offrant des opérations spécifiques, ainsi des traitements géo-statistiques accessibles au moyen d'une interface transparente avec la bibliothèque statistique SAS (marque déposée SAS Institute). Sa qualité la plus appréciable, résultat

UNE EXPÉRIENCE D'EXPLOITATION INFOGRAPHIQUE

La patiente évaluation des ressources naturelles réalisée par le Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage (MAG) et l'Orstom dans les années soixante-dix avait été consignée dans des cartes et rapports, des documents de consultation spécialisée et d'actualisation manuelle peu performante. Une expérience d'exploitation infographique fut tentée par des chercheurs de l'Orstom (Souris M., Winkel A., Zebrowski C.), sur une sous-région côtière présentant une diversité exemplaire. Le système *Savane* facilita de nombreux

Equateur à l'aide d'une base d'information localisée conçue pour mettre en relation :

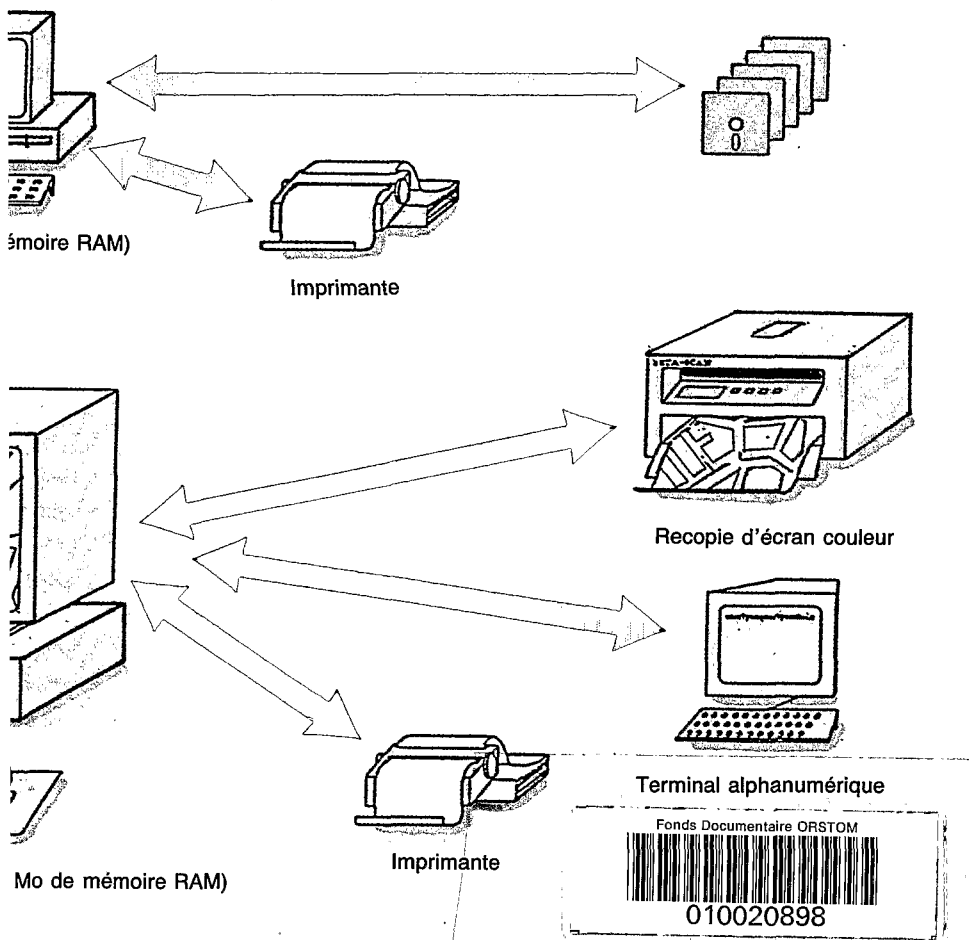
- l'importante cartographie paroissiale des données censitaires et vitales sur près de quatre décennies pour plus de 850 zones,
- la synthèse géographique de l'usage du sol et des paysages agraires sur plus de 1 000 zones,
- la distribution ponctuelle de la population rurale par localisation de 100 et 500 personnes.

La nouveauté fut de s'appuyer sur les fonctions de superposition et d'agrégation du système *Savane* pour estimer les composantes démographiques de chaque système agricole. Une telle information dévoilait la configuration spatiale de la transition démographique selon le milieu naturel, les modalités techniques et sociales de la production agricole, etc.

LE SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE DE VERACRUZ (MEXIQUE)

Au Mexique, en 1989, l'Institut National de la Statistique, de la Cartographie et de l'Informatique (INEGI) et un chercheur de l'Orstom (Cambrézy L.) ont défini un projet pour élaborer la maquette d'un Système national d'Information Géographique. Le partenaire mexicain choisit l'Etat de Veracruz pour la grande variété de son milieu naturel, la diversité de ses activités économiques et de ses implantations humaines. Tous les recensements, la topographie et la cartographie thématique d'une région de 75 000 km² sont aujourd'hui intégrés dans leur plus grand détail :

- pour chaque localité (16 000 : recensement de 1990),
 - par unité censitaire élémentaire (2 000 zones urbaines et rurales),
 - selon la tenure du sol (près de 3 000 ejidos -unité de propriété sociale),
 - pour chacun des espaces délimités par les cartes thématiques au 1/250 000 : climat, pédologie, usage du sol ; les cartes topographiques sont saisies au 1/50 000.
- La précision requise pour l'observation d'une réalité complexe, sur la base de couvertures diverses, oblige à une vigilance assidue de la qualité des cartes et des données, et de leur cohérence. De ce minutieux travail de contrôle et de correction de l'information résulte un des grands avantages de l'outil, les Systèmes d'Information Géographique exigeant cette rigueur tout en facilitant les révisions. L'autre effort a porté sur l'examen préalable d'une information profuse : offrir plus de cinq cents attributs démographiques risque d'égarer l'utilisateur. Il revient donc au thématicien de simplifier cette information, d'évacuer les redondances, de la structurer en réseaux



d'une préoccupation qui accompagna sa création, est son ouverture scientifique permettant le développement d'applications nouvelles requises par les chercheurs. En effet, si les Systèmes d'Information Géographique sont communément utilisés pour la gestion topographique des cadastres ou des réseaux (eau, transports), leurs applications scientifiques sont plus rares. Cet article en présente quelques-unes sur l'Amérique Latine.

traitements qui illustrent ses capacités de sélection et de représentation : zonage des nappes phréatiques et de la culture du coton ; détermination des risques d'érosion par association de la pente, de la texture et de la discontinuité texturale, etc. La comparaison entre les utilisations actuelles et potentielles éclairait le diagnostic rural.

Conjointement, un économiste de l'Orstom (Delaunay D.) étudiait le contexte agricole de la transition démographique en

cette base. L'information provient de la Mairie et des Institutions d'économies mixtes qui y sont rattachées (eau potable, égouts, ramassage des ordures ménagères), de l'IGM et de l'Institut National de Statistique et des Recensements (l'INEC est équivalent de l'INSEE en Equateur), ainsi que des enquêtes directes menées par l'équipe AIQ.

Plusieurs fonds cartographiques ont été digitalisés :

- le découpage par îlot de la mairie au 1/2 000 (120 coupures cartographiques, 6 500 îlots environ),
- le découpage par îlot du recensement au 1/2 000 (127 coupures cartographiques, 7 000 îlots environ),
- le découpage, par secteur de la mairie au 1/25 000
- le découpage par secteur de l'INEC au 1/25 000

- le découpage par quartier au 1/25 000,
- l'utilisation du sol, la géologie, l'hydrologie et la pluviométrie au 1/10 000,
- l'altimétrie au 1/2 000 (60 000 points cotés saisis) sur l'aire métropolitaine,
- les données thématiques ponctuelles (activités [33 000 points], éducation, santé, banques, entreprises, hôtels, restauration, travaux municipaux),

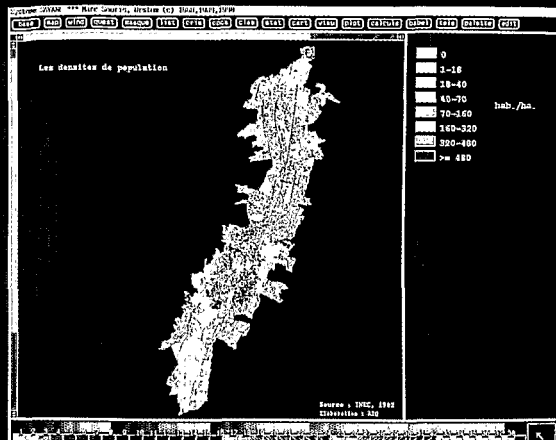
- en cours de saisie : les réseaux de base (eau potable, égouts, téléphone, transport) ; une typologie de l'habitat ; le parcellaire du centre de la ville (5 000 lots).

A chaque fond cartographique correspond une série de variables descriptives, l'ensemble constituant une relation dans le système d'information géographique. Après vérification et correction de la saisie graphique, les fonds et les données thématiques sont intégrés dans la base. Les chercheurs et les ingénieurs du projet utilisent le Système d'Information Géographique afin de traiter les données : cartes thématiques et multithématiques, croisements et agrégations géographiques, élaboration d'indicateurs urbains, etc.

A partir de la base de données constituée, plusieurs applications spécifiques sont envisagées : étude du Centre Historique à l'échelle parcellaire ; planification de la collecte des ordures ménagères ; gestion du réseau d'égouts ; prévention et conséquences d'une éventuelle éruption des volcans proches de Quito.

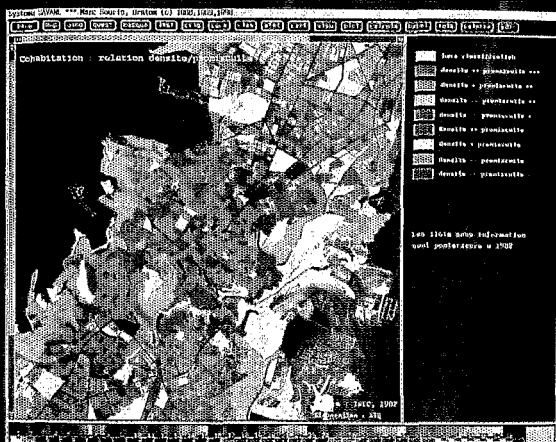
Dans le cadre de l'Observatoire Urbain de Quito (OUQ), volet opérationnel de l'ensemble du projet dont l'AIQ et son Système d'Information Géographique constituent la partie préalable, alliant recherche, méthodologie et pratique, la participation Orstom diminuera fortement et la Municipalité devra en assumer la maîtrise. La Municipalité œuvre pour faire avancer le projet d'Observatoire Urbain de Quito :

- création d'un Observatoire Urbain dépendant du Département de la Planification,



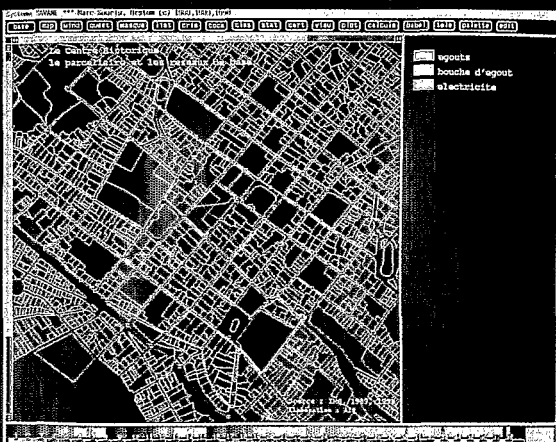
Densités et disparités intra-urbaines (Quito)

Trois ensembles contrastés singularisent la répartition de la population quiténienne : la ville d'avant 1960 très densément peuplée (Centre Historique, espaces péricentraux et extensions populaires centrées sur la voie ferrée et les premières industries ; la ville des années 70 caractérisée par des densités moyennes et une croissance longitudinale renforcée par une voirie structurant l'espace nord ; la ville des années 80, géographiquement éclatée, socialement très hétérogène, en voie de densification.



La cohabitation, une image sociale de la ville (Quito)

Au Sud, la vieille ville aux immeubles souvent dégradés et très densément occupés, révèle une forte cohabitation (faibles revenus) et des espaces non bâtis limités. Au Nord, la ville moderne, abritant un centre des affaires densément construit (grands immeubles) et modérément occupé, se caractérise par un faible degré de cohabitation (revenus moyens et hauts) et de vastes espaces récréatifs.



La parcellaire du centre historique et les réseaux d'égouts et d'électricité (Quito)

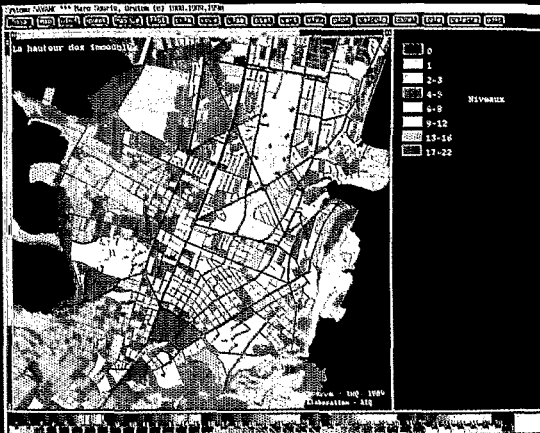
Le centre historique construit sur un plan en damier caractéristique des villes de la Conquête se caractérise par un parcellaire très dense des îlots d'habitation contrastant avec les grandes emprises des édifices religieux ou à fonction gouvernementale (palais présidentiel, hôtel de ville...). Son assainissement a été calqué sur le maillage des rues. Mais si les îlots sont bien desservis, les logements eux-mêmes le sont de manière très inégale en raison des faibles ressources financières de leurs occupants (vétusté des bâtiments, rareté des connexions individuelles au réseau).

- actualisation des données existantes, notamment intégration du recensement qui sera réalisé en novembre 90,
- enrichissement de la Banque de Données Urbaines (BDU) par d'autres enquêtes et études indispensables : trafic, migrations alternantes etc.,
- élargissement du champs d'étude à l'aire métropolitaine,
- ouverture de l'OUQ à d'autres Institutions que ne participent pas à la phase AIQ - INEC par exemple - et aux Universités et centres de recherche qui pourront utiliser les informations à des fins scientifiques.

Le projet AIQ s'achèvera à la fin de l'année 91. L'impact de cette première étude fondée sur un Système d'Information Géographique est déjà considérable. Des demandes d'information, voire d'intervention, ont déjà été plus ou moins formulées par quelques grandes métropoles, surtout latino-américaines, mais également africaines et asiatiques. Sa singularité vient non seulement des nouvelles techniques employées mais encore de la participation d'une municipalité à l'ensemble de l'opération. Ce type de recherche/action grandement favorisée par l'utilisation d'un Système d'Information Géographique semble appelé à des développements très performants qui permettent désormais un réel passage de la recherche en Sciences Sociales aux applications de gestion de l'espace et des Institutions.

**PROMESSES ET DISCIPLINE
DES SYSTÈMES
D'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE**

Les promesses de l'outil sont à la mesure des rigueurs, parfois dissuasives, qu'il impose. Ce rappel trivial pour dire que l'usage s'élève rarement au niveau des potentialités du logiciel. Ne sont pas rares les Systèmes d'Information Géographique dédiés à une banale cartographie automatique. Une carte produite en quelques minutes flatte l'utilisateur qui oublie vite l'effort qu'exigea la précision obtenue (ainsi le cadastre de propriété sociale dans l'Etat de Veracruz dut-il être vérifié et plusieurs fois corrigé dans le détail des 3 000 polygones ; l'opération occupa un technicien et un chercheur pendant deux ans). Les diverses cartographies doivent être superposables avec précision ce qui est rarement le cas lorsque les différentes couvertures sont recueillies auprès d'Institutions différentes, à des échelles disparates et au contour incertain. Avec les Systèmes d'Information Géographique, très prisés en Sciences Sociales, la recherche doit désormais coupler ses problématiques et son projet avec la réalité d'application. Ce qui n'exclut en rien d'autres types de recherches bien



Les immeubles de grande hauteur : la Mariscal et ses extensions septentrionales (Quito)

Quartier des affaires à forte concentration d'activités du tertiaire supérieur, la Mariscal apparaît comme un massif de grands immeubles marquant le site de sa puissance. C'est ici que la spéculation foncière s'exprime avec le plus de force, générant des constructions de grande hauteur à fonction essentiellement de bureaux. Cette structuration spatiale caractérise l'hypercentre de Quito, sa fonction de capitale et son image internationale.

entendu, mais oblige, en ouvrant le champ d'action, à admettre que cet outil généré essentiellement par une demande sociale n'a de sens que s'il sert à répondre à celle-ci d'une manière très pratique. La logique d'un système d'Information Géographique s'exprime dans l'association et la confrontation, au sein d'un même lieu et grâce au même outil, de tous les acteurs du développement, du chercheur au planificateur, du décideur au gestionnaire. ■

D. Delaunay, économiste,
H.R. Godard et
R. de Maximy, géographes,
M. Souris, ingénieur-informaticien
(Département Sociétés, Urbanisation,
Développement).

Inventorizing "à la carte"...
**Orstom's Geographic Information
Systems (G.I.S.)**

Inventorizing has been among Orstom's earliest vocations. The evolution to Geographic Information Systems was made possible by perfecting Data Base Management Systems.

The principle of a GIS is to incorporate every form of information relative to a given geographical area. In the mid-'80s, Orstom initiated work on its first GIS, "Savane", on a SUN work-station. Its functionality and simplicity of use made Savane among the most popular systems in its class.

The Computerized Atlas of Quito (CAQ) was Orstom's first study using a GIS. Work began in 1987 to provide municipal and state authorities with a comprehensive demographic and socio-economic profile of the Ecuadorean capital. When completed in 1991, the CAP will evolve into an indigenously run permanent Urban Observatory, providing

decision-makers with revealing perspectives of socio-political forces at work in the city's dynamics and urban tissue.

In 1989 a GIS was applied to chart the Mexican state of Vera Cruz. An area chosen for the variety of its lands and diversity of its economic activities and human settlements. The results are already eloquent. All information generated by the state's 1990 census, its topography, and thematic cartographics covering an area of 75 000 sq. kms have been integrated in their extreme detail. Demographers, economists and urbanists are among the many potential users of this highly flexible, thematic analytical tool for the social sciences. Multi-layered observations of reality in all its complexity require rigorous control of the quality, coherence and revision of information. Made easier by the user-friendly architecture of Orstom's GIS.