

MICRO-ZONIFICATION DES DOMMAGES OCCASIONNES A QUITO LORS DU SEISME DU 5 MARS 1987

INTRODUCTION

L'équipe chargée de la collecte des informations nécessaires à l'élaboration de l'AIQ, consciente de l'influence du cadre physique sur le processus urbain, a pris en compte les aspects géographiques dans une optique d'étude globale, mettant en relation les facteurs physiques, urbains et démographiques; à l'intérieur de ce champ thématique, la vulnérabilité de la capitale doit être abordée.

La vulnérabilité est définie par les différents niveaux de réponse de la ville et de ses acteurs à l'existence des phénomènes naturels pouvant mettre en péril la croissance urbaine; il est donc indispensable de déterminer un certain nombre d'indicateurs tels que: typologie de l'habitat, densité de population, risques naturels, ...

Dans un premier temps, nous avons collecté et analysé les informations existantes traitant des effets des phénomènes naturels sur l'espace urbain.

Si en Equateur l'étude des interrelation entre l'homme et le milieu physique - problème des "risques naturels" - a pris une importance croissante depuis quelques années (réalisation du premier Congrès abordant cette thématique), de nombreuses incertitudes subsistent et de nombreuses questions restent en suspens. Certaines Institutions - INEMIN, ORSTOM, IPGH, Conseil Provincial du Pichincha, Institut de Géophysique, ... - tentent d'apporter des réponses, du moins partielles, à ces problèmes; elles essaient de trouver les mesures nécessaires pour pallier ce "vide" d'information.

Considérant les risques potentiels (volcaniques et sismiques), on peut affirmer que les études traitant des risques volcaniques ont beaucoup progressé depuis quelques années et que l'on dispose aujourd'hui de résultats préliminaires permettant le diagnostic et l'élaboration de la zonification de ces contraintes volcaniques.

Quant aux études des risques sismiques, elles sont peu avancées et les informations existantes sont peu nombreuses.

L'étude que nous présentons a pour finalité d'apporter un élément de plus à la définition du comportement sismique des différents types de construction en fonction de leur localisation géographique. Pour ce faire, nous avons analysé les conséquences du séisme du 5 mars 1987 sur la morphologie urbaine.

I ...QUE S'EST-IL PASSE A QUITO LE 5 MARS 1987?

L'épicentre du séisme du 5 mars dernier se localisa à environ 80 Km au nord-est de la capitale, à proximité du volcan Reventador - toujours en activité - , à 77,84 degrés de longitude ouest et à 0,11 degrés de latitude sud, à une profondeur de 15 Km. Ce mouvement tellurique fut d'origine tectonique et eut une

magnitude de 6,8 sur l'échelle de RICHTER et une intensité de IX sur l'échelle de MERCALLI. Nous ne disposons pas encore de l'interprétation des données de l'accélérogramme obtenu grâce à l'équipement de l'Institut de Géophysique qui permettra de connaître précisément le type de séisme qui a affecté la capitale le 5 mars; nous savons seulement que les répliques ont été supérieures à 7 000.

A Quito, l'intensité du séisme, qui a atteint VII sur l'échelle de MERCALLI, a sérieusement endommagé les 23 monuments faisant partie du Patrimoine Culturel (rapport de l'Institut National du Patrimoine Culturel). De plus, la quasi-totalité des îlots de la capitale a été plus ou moins atteinte par ce séisme; les différents types de construction, tant anciennes que modernes ont été affectés par ce mouvement tellurique: fissures dans les murs, chute de gravats des plafonds, dommages occasionnés aux structures porteuses, rupture de vitres, chute d'objets, etc.

La Défense Civile a collecté une partie des informations données par les habitants de la capitale et par le Corps des Pompiers, et a réalisé une centaine d'enquêtes dans l'aire urbaine de Quito; la plupart d'entre elles portent sur des habitations localisées dans le Centre et le Centre-nord de la ville. Certaines informations restent imprécises puisqu'elles sont le résultat, soit de la perception subjective des habitants, soit des enquêtes réalisées par des personnes, chargées d'évaluer les dommages mais n'ayant aucune formation spécifique.

Etant donné que l'information collectée n'inclut pas les secteurs sud et nord de la ville, nous supposons que les habitations de ces districts ont été moins affectées que celles du Centre par le séisme du 5 mars; ainsi, les Entités responsables de l'évaluation des dommages se sont essentiellement préoccupées du Centre Historique et de ses alentours.

## II OBJECTIF DE L'ENQUETE SEISME

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer les dommages provoqués par le séisme du 5 mars 1987 sur la morphologie urbaine de Quito afin de localiser géographiquement les aires affectées et non affectées et d'en établir la typologie.

Ce document permettra d'obtenir des résultats préliminaires et de préciser la problématique générale de l'étude "vulnérabilité de Quito: zonification morphologique et physique".

## III METHODOLOGIE DE L'ENQUETE SEISME

L'étude a été réalisée à l'intérieur de l'aire urbaine, définie par la Municipalité (Plan Quito), qui couvre environ 16 000 hectares.

Afin de prendre connaissance des données préalablement collectées par les institutions chargées, directement ou indirectement, d'évaluer les dommages causés par le séisme du 5 mars 1987, nous avons contacté les organismes suivants:

- l'Institut National du Patrimoine Culturel qui est chargé de restaurer les monuments historiques par l'intermédiaire d'accords contractés avec d'autres organismes,

- la Défense Civile Nationale et Provinciale à laquelle les habitants ont eu recours les jours suivants immédiatement le séisme,

- la Municipalité de Quito qui a enregistré les inquiétudes des Quiténiens puisqu'elle est chargée de la gestion urbaine et de la préservation du Centre Historique,

- le Corps des Pompiers qui a parcouru l'ensemble de la ville et les paroisses de l'aire métropolitaine pour faire l'inventaire de l'impact du séisme,

- la Banque de l'Habitat (BNH) et la Junta Nacional de l'Habitat (JNH) auxquelles ont eu recours les Quiténiens pour obtenir les prêts nécessaires à la réparation des dommages occasionnés par le séisme,

- l'Institut Géophysique qui enregistré de manière permanente les mouvements telluriques,

- la Société Equatorienne des Ingénieurs Civils qui est responsable, entre autres, de la résistance sismique des matériaux et des constructions.

Les informations collectées par ces Institutions sont peu nombreuses, imprécises et incomplètes, puisqu'elles ne couvrent pas l'ensemble de la ville.

Après réflexion, nous avons ressenti l'absolue nécessité d'élaborer une enquête permettant d'homogénéiser les critères, de compléter l'information existante et de disposer de données à l'échelle de l'ensemble de la capitale.

Nous avons choisi un échantillonnage d'environ 200 îlots répartis spatialement sous forme équidistante (échantillon défini par l'équipe télédétection de l'AIQ). Ce même échantillon étant utilisé pour réaliser l'enquête "morphologie urbaine", les résultats obtenus à partir de l'enquête séisme pourront être croisés ultérieurement.

Des architectes, des ingénieurs civils et des ingénieurs géographes ont participé à l'élaboration du questionnaire d'enquête définitif qui doit répondre aux objectifs suivants:

- définir le contenu de l'enquête implique nécessairement la prise en compte de deux aspects fondamentaux: déterminer la population-cible et préparer les enquêteurs chargés d'appliquer ce questionnaire spécifique,

- appliquer l'enquête aux habitants ou aux propriétaires de l'immeuble,

- élaborer une enquête dont le contenu est simple afin de localiser géographiquement à l'intérieur de la ville le degré des dommages occasionnés par le séisme du 5 mars et non de diagnostiquer de façon précise la résistance sismique des constructions.

Nous avons donc élaboré le questionnaire de l'enquête en fonction de ces trois conditions préalables; les données suivantes ont été collectées sur l'ensemble de l'échantillon choisi:

- l'usage de l'immeuble nous permet de connaître sa sur ou sous-occupation,

- la date approximative de construction de l'immeuble ou de la maison nous renseigne sur les effets du séisme en fonction de la date de construction,

- la hauteur nous indique le comportement des structures,

- la symétrie influe également sur la réponse sismique de la construction,
- tous les types de structure ont été retenus afin de rendre compte de la richesse de notre milieu urbain,
- les effets du séisme sur les constructions ont été analysés à partir des dégâts occasionnés aux murs et aux structures porteuses, si l'enquêteur a les connaissances nécessaires dans ce domaine,
- les chutes de gravats et d'éléments de la couverture, les ruptures de vitres, ... sont des données additionnelles permettant d'analyser le comportement des constructions qui ont fait l'objet de l'enquête.

L'enquête préliminaire a été réalisée à la fin du mois de juin à l'intérieur de 15 îlots localisés dans l'ensemble du périmètre urbain, prenant en compte la variété des pentes et celle de la typologie de l'habitat.

L'enquête définitive fut effectuée entre le 15 juillet et le 10 septembre.

Nous sommes en train de dépouiller l'ensemble des questionnaires et d'analyser leur contenu afin de trouver les réponses aux questionnements que nous avons soulevés au début de ce document de travail.

### CONCLUSION

Trois éléments de conclusion méritent d'être soulignés:

- aucune étude sismique globale de l'ensemble du pays n'a encore été réalisée; on ne dispose que d'études ponctuelles et de coupes spécifiques,
- le fait que les effets du séisme du 5 mars 1987 n'aient pas été catastrophiques à Quito ne facilite pas la motivation des personnes ayant fait l'objet d'une enquête qui estiment "qu'il ne s'est rien passé", bien que les murs de leur habitation soient fissurés,
- l'analyse des résultats de l'enquête permettra de savoir s'il est nécessaire de collecter des données complémentaires; d'ores et déjà, on constate que les édifices du Centre Historique ont réagi différemment à ceux du Sud ou du Nord de la capitale.

**D**épartement **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