

Sixièmes journées scientifiques du Réseau Télédétection de l'AUPELF-UREF
TELEDETECTION DES MILIEUX URBAINS ET PERIURBAINS
Session 9 : Statistiques urbaines

Université de Liège, Belgique
2 - 5 Octobre 1995

F-1

**La production rapide d'informations démographiques
et économiques par sondage aréolaire sur image
satellitaire : application à trois villes de pays en
développement (Quito, Bogota et Yaoundé)**

Françoise/DUREAU (géographe - démographe, ORSTOM)

Bogota

Août 1995

19 FEV. 1996

ORSTOM Documentation



010003755

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : 43263
Cote : B ex 1

RESUME

Dans les villes des pays en développement, les techniques traditionnelles de la collecte démographique, recensements exhaustifs et enquêtes par sondage sur liste, se révèlent peu efficaces et difficiles à mettre en oeuvre. Nous avons développé une méthode de production rapide d'information démographique et socio-économique adaptée aux caractéristiques de l'urbanisation et aux moyens disponibles dans ces pays. Il s'agit d'un sondage aréolaire à 2 degrés (îlots et ménages), où l'image satellitaire sert à la définition et à la stratification de la base de sondage, ainsi qu'à la sélection d'un échantillon d'îlots répartis sur l'ensemble de la ville. Les trois exemples d'application (Quito, 1987; Bogota, 1993; Yaoundé, 1993) témoignent du caractère opérationnel et de l'efficacité de la méthode pour la production rapide de données de nature démographique, mais aussi économique, dans les villes des pays en développement ne disposant d'aucune base de sondage classique. Ils montrent également les modalités concrètes de sa mise en oeuvre dans des contextes contrastés tant du point de vue des caractéristiques des villes étudiées, que des informations exogènes susceptibles d'optimiser le plan de sondage aréolaire stratifié à deux degrés sur image satellitaire. Apportant des éléments de réponse aux problèmes posés par l'observation des populations des villes des pays en développement, et l'ensemble des tâches pouvant être réalisées sur un micro-ordinateur, les sites potentiels d'application sont très nombreux.

1. Introduction

Dans les villes à croissance rapide du tiers monde, la périodicité et la durée d'exploitation des recensements remettent largement en cause l'intérêt de cette source d'information pour le suivi des populations. Quant aux enquêtes par sondage, l'absence de base de sondage complète et à jour hypothèque le plus souvent leur réalisation et leur fiabilité. Rapidité des transformations urbaines et déficiences de l'information de base rendent les populations de ces villes particulièrement difficiles à observer. Cette situation conduit à rechercher des systèmes d'observation originaux, adaptés aux formes d'urbanisation et aux contextes locaux d'information, de moyens humains et financiers. C'est dans cette perspective que s'inscrit la recherche initiée en 1985 par une équipe de l'ORSTOM, ayant donné lieu au développement d'une méthode opérationnelle de production rapide de données sur les populations urbaines intégrant l'information apportée par les satellites à haute résolution. L'idée centrale est d'utiliser l'image satellitaire comme base de sondage et d'exploiter l'information sur l'occupation du sol fournie par l'image pour stratifier un plan de sondage aréolaire permettant de sélectionner un échantillon pour une enquête auprès des ménages. Les recherches effectuées de 1985 à 1987 dans les domaines de l'analyse des images satellitaires et des sondages aréolaires en milieu urbain ont permis de définir l'ensemble de la chaîne d'opérations nécessaire à la mise en oeuvre d'un sondage probabiliste à partir d'image satellite adapté à la production rapide de données sur les populations des villes des pays en développement. Après une description générale de la méthode et des principales étapes à suivre dans le cas d'une ville disposant uniquement d'une image HRV de SPOT, trois exemples d'application montrent les modalités concrètes de sa mise en oeuvre dans des contextes contrastés tant du point de vue des caractéristiques des villes étudiées (Quito, Bogota, Yaoundé), que des informations exogènes susceptibles d'optimiser le plan de sondage aréolaire stratifié à deux degrés sur image satellitaire.

2. Description de la méthode de sondage aréolaire sur image satellitaire

Dans une ville ne disposant d'aucune base de sondage classique, la méthode développée par l'ORSTOM permet de sélectionner de façon rigoureuse, à partir d'une image HRV de SPOT, un échantillon de ménages, autorisant la production rapide de données relatives aux populations

urbaines. La méthode d'échantillon-nage consiste en un sondage aréolaire stratifié à 2 degrés : au 1er degré, les aires géographiques sélectionnées sont des îlots (pâtés de maisons) ; au 2ème degré, les unités enquêtées sont des ménages sélectionnés au sein de l'échantillon d'îlots. L'image satellite sert :

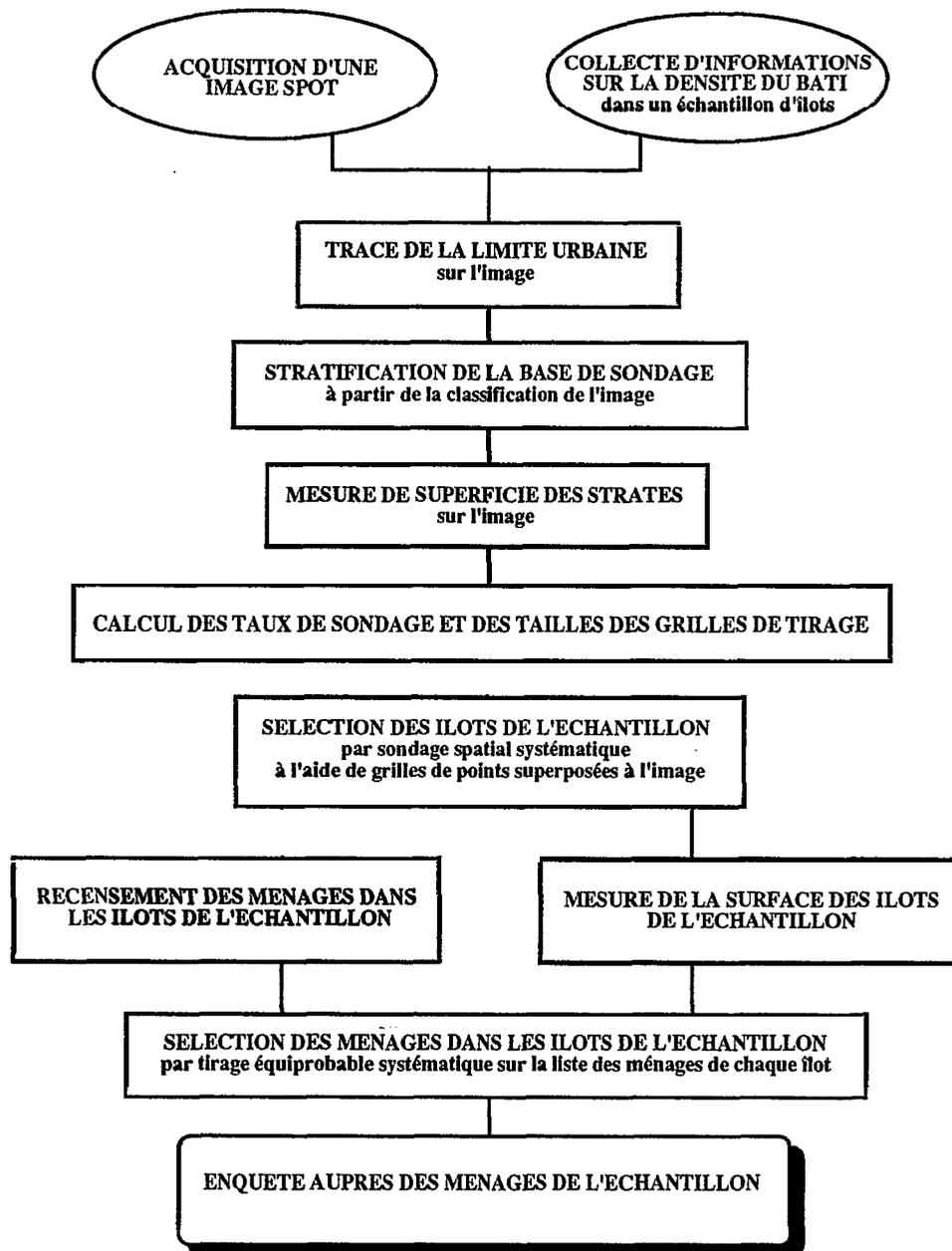
- à la définition de la base de sondage : la limite urbaine est tracée sur l'image, à partir de l'information fournie par celle-ci ;
- à la stratification de la base de sondage : on améliore la précision des estimations démographiques en utilisant une information sur la morphologie des quartiers pour stratifier la base de sondage. Une stratification selon la densité du bâti extraite d'une image HRV de SPOT permet un gain de précision de 30 à 40 % ;
- à la sélection d'un échantillon d'îlots géographiquement répartis sur l'ensemble de la ville : en procédant à un tirage spatial systématique à l'aide d'une grille de points superposée à l'image satellite, on assure une bonne répartition géographique des îlots de l'échantillon sur l'ensemble de la ville. Cette technique améliore de 20 à 30 % la précision des résultats.

Ce plan de sondage combine donc les avantages bien connus du sondage aréolaire et de la stratification (ARDILLY, 1994 : 31) et ceux apportés par le tirage spatial systématique des îlots. Sa mise en oeuvre suppose de réaliser un certain nombre d'opérations (Figure 1), que nous allons examiner maintenant.

2.1. La délimitation de la base de sondage sur image satellite

Délimiter la base de sondage consiste à tracer la limite externe de la ville étudiée. Dans le cas où la base de sondage doit nécessairement correspondre à des limites administratives, le travail de délimitation de la base de sondage consiste uniquement à reporter le tracé de ces limites, connues par un document cartographique quelconque, sur l'image satellite. Par contre, si l'on adopte une définition physique de la ville, ce qui permet d'appréhender ainsi l'ensemble de l'agglomération y compris les quartiers périphériques illégaux, deux solutions peuvent être mises en oeuvre pour délimiter la zone urbanisée :

Figure 1 - Les étapes de sélection de l'échantillon



- si l'on ne dispose que du film de l'image panchromatique SPOT : le tracé est réalisé sur un tirage photographique de cette image à une échelle comprise entre le 1/ 30 000 et le 1/ 15 000, en utilisant les teintes de gris de l'image, l'agencement général, la structure et la texture qui renseignent sur le degré de végétation ou de minéralisation (construction) et le type de tissu urbain ; la limite est tracée là où se termine une zone continue d'espace bâti, en s'efforçant de suivre une limite (naturelle ou artificielle) visible sur l'image et sur le terrain.

- si l'on dispose, en plus, d'une bande magnétique SPOT XS : il est possible de réaliser un traitement numérique simple pour aider à la détermination de la limite urbaine, qui sera établie, comme précédemment, sur un tirage du canal panchromatique. L'objet de ce traitement est de classer l'image selon l'indice de végétation et le degré d'hétérogénéité des valeurs radiométriques (écart-type local); faisant l'hypothèse que la zone urbaine correspond à un espace à dominante minérale et fortement hétérogène, on peut ainsi isoler, numériquement, la zone urbanisée.

2.2. La stratification de la base d'après une classification de l'image satellitaire

Parmi les stratifications actuellement réalisables à partir d'image satellitaire, la plus efficace pour une enquête socio-démographique correspond à une classification selon la densité du bâti. Cette classification, supervisée, est basée sur la recherche de la meilleure régression entre la densité du bâti observée sur le terrain dans une centaine d'îlots et l'indice de végétation calculé sur l'image ; les coefficients de la régression sont ensuite appliqués à l'ensemble de l'image. Après avoir seuillé ce neocanal en 3 à 6 classes, on dispose donc d'une classification de la zone urbanisée en fonction de ces niveaux de densité du bâti.

Une fois en possession de cette classification, il s'agit d'élaborer la stratification proprement dite, c'est à dire de délimiter des zones le plus homogènes possibles au regard de ce critère de densité du bâti. Le zonage est effectué sur un tirage à grande échelle du canal panchromatique, en s'efforçant de suivre des frontières, naturelles ou artificielles, afin de ne pas couper les îlots, qui constitueront l'unité de base de l'échantillon au premier degré. Enfin, on mesure les zones ainsi délimitées, la superficie des strates étant une information nécessaire pour l'extrapolation des résultats de l'enquête.

2.3. La sélection de l'échantillon d'îlots

Le premier travail consiste à déterminer le nombre total d'îlots à enquêter et leur répartition dans les strates ; ce calcul nécessite de connaître la surface totale de chaque strate (mesurée sur image satellite), et la surface moyenne des îlots de la strate (connue d'après les relevés terrain). Le tirage de l'échantillon d'îlots s'effectue ensuite indépendamment dans chaque strate à l'aide d'une grille placée sur le tirage à grande échelle du canal panchromatique, la maille de la grille étant calculée pour respecter le taux prévu ; pour obtenir la surface de la maille de la grille de tirage dans chaque strate, il suffit de diviser la surface totale de la strate par le nombre d'îlots à sélectionner, d'où l'on déduit la taille de la maille. Sont sélectionnés les îlots correspondant aux points d'intersection de la grille. Lorsque le type de quartier, et donc le degré de lisibilité de la voirie sur l'image rendent impossible une identification directe des îlots sur l'image, ce travail est réalisé, avec le superviseur chargé de la zone, directement sur le terrain.

2.4. Recensement des ménages, mesure de la surface des îlots et sélection des ménages à enquêter

Dans un premier temps, les superviseurs effectuent un recensement des ménages dans chaque îlot de l'échantillon : sur le terrain, ils établissent un schéma simplifié de l'îlot sur lequel figurent les renseignements nécessaires à son identification par l'enquêteur, le dessin des bâtiments, le nombre de ménages dans chacun des bâtiments et la numérotation des ménages. Après le recensement des ménages, le superviseur effectue la mesure de la surface de l'îlot, information indispensable pour l'extrapolation des données de l'enquête. A l'aide d'un décamètre, d'un clinomètre et d'une boussole, le superviseur établit un croquis mentionnant les angles et les longueurs de chaque segment droit délimitant l'îlot ainsi que leur pente; la surface est ensuite calculée, informatiquement ou manuellement, à partir de ce schéma.

Dans chacun des îlots de l'échantillon, on enquête un nombre constant de ménages (n_1 , de l'ordre de 5 à 10), sélectionnés par tirage systématique sur la liste des ménages de l'îlot. Si un îlot compte moins de n_1 ménages, l'enquête est exhaustive, auprès de tous les ménages identifiés sur le croquis de l'îlot.

3. Modalités de mise en oeuvre du plan de sondage dans des contextes contrastés

La démarche qui vient d'être décrite ne correspond qu'à l'une des modalités d'application de la méthode : il s'agit là de son application intégrale, correspondant au cas d'une ville ne disposant pour la sélection d'un échantillon de ménages que de la seule image HRV de SPOT. Les trois exemples d'application de la méthode présentés ci après, dont les principales caractéristiques figurent dans le Tableau 1, témoignent du caractère opérationnel et de l'efficacité de la méthode pour la production rapide de données de nature démographique, mais aussi économique, dans les villes d'Amérique Latine et d'Afrique. Ils montrent également les modalités concrètes de sa mise en oeuvre, variables selon les informations exogènes susceptibles d'optimiser le plan de sondage aréolaire stratifié à deux degrés décrit au chapitre précédent.

3.1. Quito : sélection de l'échantillon à partir de la seule image HRV de SPOT

Suite à deux années de développement méthodologique, une première application en vraie grandeur de la méthode s'imposait fin 1987 pour vérifier son efficacité en termes de rapidité et de précision, et évaluer les coûts de sa mise en oeuvre. Un double objectif thématique a été assigné à l'enquête : d'une part satisfaire les besoins des décideurs en information démographique de base, d'autre part faire progresser la compréhension de la dynamique démographique de la capitale équatorienne en focalisant l'enquête sur la question des migrations. En effet, en 1987, les institutions publiques intervenant sur le développement et la gestion de la ville ne disposaient que des résultats publiés du recensement de 1982, désactualisés et sans aucune désagrégation géographique. De plus, en dépit de l'importance du phénomène, l'information sur la migration vers et au sein de Quito était particulièrement déficiente.

Le processus de sélection de l'échantillon a reposé sur l'application intégrale de la méthode, en suivant les différentes étapes telles qu'elles sont décrites au chapitre 2. Afin de satisfaire à la justification première de cette application, d'ordre méthodologique, nous n'avons utilisé pour l'échantillonnage que l'image HRV de SPOT (scènes P et XS de 1986) et les données sur la densité du bâti recueillies à la même date sur le terrain dans près de 200 îlots. L'échantillon enquêté comprend 3.157 ménages résidant dans 426 îlots répartis sur l'ensemble de la ville de Quito, y

Tableau 1 - Principales caractéristiques des trois applications de la méthode

Lieu	Quito (EQUATEUR)	Bogota (COLOMBIE)	Yaoundé (CAMEROUN)
Date réalisation enquête	Novembre 1987	Octobre 1993	Janvier 1993
Thème de l'étude	Caractéristiques démographiques de base et migration	Formes de mobilité spatiale de la population et leur impact	Secteur informel
Univers d'étude	Ensemble de l'agglomération de Quito	11 zones de l'aire métropolitaine de Bogota : 7 dans le District et 4 communes périphériques	Ensemble de l'agglomération de Yaoundé
Système d'enquête	Enquête démographique à passage unique	2 enquêtes : 1: Démographique, deux passages à un an d'intervalle 2: Anthropologique sur un sous-échantillon de ménages de 1	2 phases : 1: Enquête emploi auprès des ménages 2: Enquête auprès des unités de production informelles
Structure plan de sondage	Sondage aréolaire stratifié à 2 degrés (îlots, ménages)	Sondage aréolaire stratifié à 3 degrés (îlots, logements, ménages)	Sondage aréolaire stratifié à 2 degrés (îlots, ménages)
Image satellite utilisée	Image HRV de SPOT P et XS: Juin 86	Image HRV de SPOT P: Janvier 93 et XS: Octobre 92	Image HRV de SPOT XS: Février 92
Autres informations utilisées pour la sélection de l'échantillon	-	Photos aériennes 1993 (1/30000) Cartes 1985 (1/10000) Indicateurs démographiques 1985 Stratification socio-éco. 1990	Mosaïque photo. aériennes 1991 (1/15000)
Base de sondage	Image P (1/15000)	Image P (1/15000) Dans 3 zones d'enquête : cartes	Mosaïque photo. aérienne
Limite urbaine	Images P et XS (analyse visuelle et classif.)	Images P et XS (analyse visuelle et classif.)	Mosaïque photo. et image XS (analyse visuelle et classif.)
Stratification	5 strates de densité du bâti (issues de la classif. image)	2 ou 3 strates (issues de l'image) Dans 5 zones d'enquête : 2 ou 3 strates (issues de classif. image + info. démo. et socio-éco.)	3 strates de densité du bâti (issues de la classif. image)
Echantillon enquêté	3.157 ménages, dans 426 îlots	1.031 ménages, dans 212 îlots	1.961 ménages, dans 331 îlots
Côut et durée (sélect. échantillon --> fichiers corrigés)	90.000 FF 9 mois	150.000 FF 10 mois	190.000 FF 10 mois

compris dans ses extensions illégales les plus récentes puisque la limite de l'agglomération retenue pour le sondage correspond à un critère physique issu de l'image.

Cette première application a confirmé l'intérêt de la méthode, permettant de sélectionner de façon rigoureuse, à partir de la seule image SPOT, un échantillon pour une enquête démographique. Outre la satisfaction des objectifs proprement méthodologiques, l'enquête a mis à disposition des Ministères et de la Mairie une information actualisée et localisée sur les caractéristiques démographiques de la population quiténienne, les conditions d'occupation du logement, l'activité économique et la migration. La plupart des résultats produits correspondent au découpage en districts, division administrative utilisée par la Mairie pour ses opérations de planification et de gestion : en effet, avec cette méthode, il est possible de produire des résultats en fonction de différentes divisions géographiques, la seule limite résidant dans le degré de désagrégation autorisé par la taille de l'échantillon. Dans un contexte d'intensification sensible de l'intervention municipale, se traduisant par la définition en 1988 d'une série de projets d'envergure (création d'un District métropolitain, nouvelle réglementation urbaine, ...etc.), l'enquête est venue combler un manque important en matière d'informations socio-démographiques.

3.2. Bogota : des modalités d'application variables selon les quartiers

Une analyse fine des différentes formes de mobilité spatiale de la population (navettes, mobilités temporaires et définitives) et des transformations qu'elles entraînent dans les différentes zones de l'aire métropolitaine constitue un élément clef pour la compréhension de la dynamique démographique, et donc de la gestion, de Bogota, métropole andine de près de 6 millions d'habitants actuellement soumise à de rapides et profondes mutations. C'est à cet objectif qu'est consacré le programme de recherche mené par l'ORSTOM et l'Université des Andes depuis 1992. Cette recherche repose, entre autres, sur une enquête démographique à deux passages auprès de 1000 ménages, réalisée dans certains quartiers de l'aire métropolitaine. Compte tenu de la problématique de l'étude, du budget disponible et des impératifs statistiques pour obtenir une représentativité acceptable des informations sur la mobilité, nous avons choisi de faire porter notre recherche sur 7 quartiers inclus dans le District de Bogota proprement-dit, et 4 communes de la

périphérie métropolitaine. Dans chacune de ces 11 zones qui composent l'univers de l'enquête statistique, l'échantillon de ménages a été sélectionné par application d'un plan de sondage aréolaire à 3 degrés (îlots, logements, ménages) sur image satellitaire.

Toutes les images enregistrées à notre demande par SPOT Image étant affectées par la présence de nuages, nous avons dû retenir deux scènes enregistrées à 4 mois d'intervalle, dont la combinaison permet d'avoir une observation de l'ensemble de l'aire métropolitaine : une image panchromatique enregistrée en Janvier 93, et une image multispectrale enregistrée en Octobre 92. Ce sont donc ces deux scènes qui ont fait l'objet des traitements décrits aux points 2.1 et 2.2. Outre l'information satellitaire, nous nous sommes efforcés d'utiliser les informations exogènes susceptibles d'optimiser la sélection de l'échantillon.

Ainsi, pour les données sur la densité du bâti nécessaires à la classification de l'image, la collecte sur le terrain a été remplacée par une mesure directe sur une mosaïque de photographies aériennes de 1993. En effet, bien que la couverture géographique et les restrictions de diffusion de ce document interdisaient son utilisation comme base de sondage, nous avons pu néanmoins le consulter ponctuellement pour relever la densité du bâti sur une centaine d'îlots du District. Pour la stratification, dans cinq zones d'enquête situées dans le District, nous avons combiné la classification de l'image selon la densité du bâti, avec des données d'origine statistique et administrative, disponibles au niveau du secteur cartographique (division spatiale regroupant une vingtaine d'îlots) : d'une part, quatre indicateurs issus du recensement de 1985, relatifs à la taille du ménage, le type de logement et la migration ; d'autre part, la stratification socio-économique en 6 niveaux établie par les services du District pour l'application d'une tarification différentielle des services publics. Enfin, dans trois zones d'enquête du District affectées par des nuages sur l'image panchromatique et correspondant à des quartiers consolidés n'ayant pas connu de changement dans le réseau de voirie au cours des dix dernières années, nous avons procédé à la sélection des îlots sur des cartes au 1/10.000 du recensement de 1985 .

A Bogota, les modalités d'application de la méthode ont donc varié selon les zones d'étude. Dans les municipalités périphériques ne disposant d'aucune information statistique, administrative ou cartographique, la sélection de l'échantillon a reposé intégralement sur la seule image SPOT. Dans

les quartiers consolidés du District de Bogota, bénéficiant d'un meilleur contexte d'informations exogènes, le degré d'utilisation de l'image a varié selon le type de quartier, sa dynamique actuelle et la qualité de l'image à notre disposition. Mais, il importe de souligner que dans aucune des 11 zones d'étude la sélection de l'échantillon n'aurait pu être réalisée sans recours à l'image HRV de SPOT. Alors que les mairies de Bogota et des communes périphériques - dont plusieurs ont un rythme d'accroissement supérieur à 8 % par an - étaient tenues d'élaborer leurs plans de développement locaux au cours du premier semestre 1995, le dernier recensement disponible datait de 1985 : dans ce contexte, on conçoit aisément l'intérêt que représentent les résultats de l'enquête, publiés en juin 1994, même s'ils ne concernent que certains quartiers de Bogota et communes voisines.

3.3. Yaoundé : utilisation d'une image SPOT et d'une couverture aérienne

Dans l'économie des pays du tiers monde, le secteur informel joue un rôle essentiel. Les limites de l'approche traditionnelle ont conduit au développement d'une stratégie alternative pour mesurer l'activité de ce secteur non plus à partir d'une appréhension directe des établissements, sinon à partir d'une enquête auprès des ménages. La méthode "consiste à sélectionner un échantillon d'unités de production à partir d'informations tirées d'une enquête auprès des ménages et portant sur l'activité des individus (phase 1). A ces unités de production on applique alors un questionnaire spécifique sur l'activité informelle (phase 2)." (COGNEAU et ROUBAUD, 1992 : 9). Bien évidemment, la qualité statistique des informations sur l'économie informelle ainsi produites sont entièrement dépendantes de la première phase, c'est-à-dire de l'enquête auprès des ménages.

Pour l'enquête sur le secteur informel à Yaoundé en 1992 (réalisée en coopération par la Direction de la Statistique et de la Comptabilité du Cameroun, et le groupement scientifique DIAL), le recensement de la population, déjà vieux de 5 ans, ne pouvait être utilisé comme base de sondage étant donné le rythme d'accroissement (7% par an) de la capitale camerounaise, et c'est donc la méthode de sondage aréolaire qui a été retenue pour la sélection de l'échantillon de l'enquête auprès des ménages. Deux sources d'information ont été utilisées : une couverture aérienne de 1991 et une image HRV de SPOT multispectrale enregistrée trois mois plus tard, en 1992. Par rapport à la

démarche décrite au chapitre 2, le canal panchromatique de SPOT a été remplacé par la mosaïque de photographies aériennes dont disposait l'équipe. C'est sur cette mosaïque que les limites de l'agglomération et de chacune des trois strates (définies à partir des résultats des traitements appliqués à l'image multispectrale : croisement indice de végétation normalisé et écart-type local calculé sur le canal 2; classification en niveaux de densité du bâti) ont été tracées et que l'échantillon d'îlots a été sélectionné. Comme à Bogota, la classification en niveaux de densité du bâti a reposé non sur une information recueillie sur le terrain, mais sur une mesure effectuée directement sur la mosaïque dans 31 îlots. Cette classification constitue l'unique information utilisée pour la stratification de Yaoundé. En effet, l'ancienneté et la non disponibilité des fichiers informatiques du recensement y rendaient impossible toute amélioration de la stratification issue de l'image par une donnée exogène telle que le taux de travailleurs indépendants dans la population active, solution a priori prometteuse suggérée par COGNEAU et ROUBAUD (1992 : 14) pour améliorer la stratification dans de futures enquêtes de ce type.

L'enquête emploi, consacrée aux conditions d'activité des ménages, a été appliquée à 1961 ménages, sélectionnés d'après ce plan de sondage aréolaire. Cette première phase a permis d'identifier 1096 unités de production informelles, auxquelles a été appliquée la phase 2 de l'enquête, centrée sur les conditions de production et les résultats économiques des établissements. L'expérience de Yaoundé confirme l'intérêt de cette approche du secteur informel, que l'on considère le degré de couverture de ce secteur, ou la richesse des analyses permises par la mise en relation de deux unités centrales dans le fonctionnement du secteur informel, le ménage et l'unité de production. En termes de coûts, de délais ou de précision des estimateurs, la méthode de sondage aréolaire appliquée à Yaoundé se révèle tout à fait efficace : utiliser la télédétection aérienne et spatiale pour la sélection de l'échantillon de ménages permet ainsi d'étendre le bénéfice cette nouvelle approche du secteur informel, aux villes ne disposant d'aucune base de sondage traditionnelle pour la sélection d'un échantillon de ménages.

4. Conclusion

Source d'information sur l'occupation du sol, l'imagerie satellitaire peut aussi jouer un rôle déterminant dans le processus de production d'une information ayant trait au domaine du "social" : avec la méthode présentée ici, que celle-ci soit appliquée uniquement sur une image HRV de SPOT, ou en relation avec des informations exogènes, il est ainsi possible de produire rapidement des informations démographiques et économiques quantifiées et spatialisées sur l'ensemble d'une agglomération, y compris ses quartiers périphériques illégaux. Avec des méthode simples telles que celle proposée dans cette communication, ne réclamant pas d'investissement lourd en formation ou en équipement, la télédétection satellitaire peut constituer le pivot de l'établissement de diagnostics approfondis des dynamiques spatiales et sociales des villes du tiers monde. Dans le contexte actuel d'urbanisation accélérée du monde en développement, mais aussi de constat d'échec de l'urbanisme occidental, de ses modes de diagnostic comme de ses modes d'action, c'est en termes de renouvellement de l'approche de la ville qu'il importe d'appréhender ce nouvel outil de connaissance du milieu urbain.

5. Références bibliographiques

- ARDILLY, P., 1994. Les techniques de sondage, Éditions Technip, Paris, 389 p.
- COGNEAU, D., ROUBAUD, F. 1992. Utilisation de la télédétection pour l'élaboration du plan de sondage d'une enquête sur le secteur informel : le cas de Yaoundé. Stateco, n° 71, p. 5-26.
- DUREAU, F., BARBARY, O., MICHEL, A. et LORTIC, B. 1989. Sondages aréolaires sur image satellite pour des enquêtes socio-démographiques en milieu urbain. Manuel de formation, Collection Didactiques, ORSTOM, Paris, 40 p.