

Les accidents du drainage urbain à travers la presse : Quito (Equateur) 1900-1986

Pierre PELTRE

La ville de Quito subit depuis toujours des accidents d'origine à la fois climatique et géomorphologique liés aux écoulements de surface perturbés par l'urbanisation : inondations, coulées de boue, éboulements et effondrements. Les archives espagnoles font fréquemment état de ces problèmes dès la fondation de la ville, en 1534, et rares sont encore actuellement les années où aucun accident n'a lieu.

Il a donc semblé intéressant d'étudier le passé de ces phénomènes à la manière des études menées par les sismologues sur les tremblements de terre historiques. En domaine urbain où la modification radicale du milieu rural interfère nécessairement avec les causes climatiques et celles liées à la nature des formations superficielles, l'approche purement géomorphologique permet difficilement d'aboutir à des conclusions utilisables en termes de gestion du milieu urbain, et c'est la connaissance fine du passé qui fournit les meilleures informations.

L'approche historique a été conduite à partir des journaux — seul matériau ayant conservé la mémoire de ces phénomènes — pour tenter leur analyse de fréquence et leur cartographie. Le dépouillement du principal quotidien équatorien¹ depuis 1900 fait apparaître 295 événements climatiques ayant causé suffisamment de dégâts pour être pris en compte par les journaux. Une partie de ces événements ont affecté plusieurs lieux dans la ville, et ce sont en réalité 390 accidents morphoclimatiques urbains qui ont été enregistrés en 87 années, soit plus de quatre par an, qui n'ont pas tous la même ampleur ni la même gravité.

Ces accidents ont souvent des effets dévastateurs à l'échelle du quartier, et leur coût matériel et social est loin d'être négligeable dans un tissu urbain qui s'est considérablement développé au cours des quatre dernières décennies. Il est permis de supposer que les méthodes de construction de la ville, puis celles de la gestion du milieu aménagé, influent puissamment sur la sensibilité du milieu urbain aux excès, mêmes légers, du climat. C'est ce que nous avons essayé de préciser à travers l'étude des accidents du passé, dont nous espérons qu'elle permettra de mieux adapter la gestion d'un milieu urbain aux contraintes de la montagne équatoriale qui sont les siennes. Il reste beaucoup à faire dans ce domaine, et nous ne présentons ici que les premiers résultats d'un travail qui mérite d'être encore approfondi.

1. *El Comercio*, paru sans interruption depuis 1904, a pris le relais de *La Patria*, que l'on a analysé à partir de 1900.

Urbanisation et problèmes du drainage

Le site urbain

La ville de Quito est située à 2 800 mètres d'altitude, pratiquement sous l'équateur (0 degré 10' de latitude sud), au pied du volcan actif Pichincha (alt. 4 794 m.). La ville occupe au flanc du volcan un gradin tectonique qui domine de 300 mètres environ le sillon interandin, vallée nord-sud séparant les Cordillères orientales et occidentales. Ceci donne au site l'aspect d'une gouttière étroite de trente kilomètres sur trois à cinq, d'orientation N-S, dont le fond est constitué par les sédiments fluvio-lacustres d'un ancien lac, encore partiellement marécageux à la fin du siècle dernier.

Les versants du Pichincha et le revers de la « pseudo-cuesta » du gradin tectonique sont principalement constitués de laves, de tufs faiblement indurés et de cendres volcaniques, affectés de plusieurs failles importantes ; l'ensemble du site est presque uniformément recouvert de cendres volcaniques limoneuses d'origine éolienne — la « cangahua » — qui moulent la topographie ancienne d'une couche de dix à vingt mètres d'épaisseur. Ces formations présentent la particularité d'opposer peu de résistance à l'érosion fluviale et de s'indurer légèrement lorsqu'elles sont exposées à l'air, ce qui leur a permis de conserver remarquablement fraîches les vigoureuses incisions de la dernière déglaciation, qui constituent un réseau dense de ravins (les *quebradas*) traversant tout le site urbain.

Le climat de la ville est de type équatorial d'altitude, avec une température moyenne annuelle de 13,5 degrés C et des amplitudes thermiques diurnes très supérieures à l'amplitude annuelle². Le régime pluviométrique est distribué en deux saisons des pluies, d'octobre à novembre et de février à mai (cf. fig. 3) :

La pluviométrie est affectée d'un fort gradient du nord de la ville (800 mm) au sud (plus de 1 400 mm) sur une distance d'environ 35 km, dû pour l'essentiel au volcan Pichincha qui abrite le nord de la ville des vents humides de sud-est. L'intensité des précipitations, facteur essentiel pour ce qui nous occupe, est élevée, conformément aux caractères équatoriaux du climat ; elle peut être résumée comme suit³, exprimée en millimètres par heure :

TEMPS \ FREQUENCE	MEDIANE I (mm/h)	DECENNALE I (mm/h)	CENTENNALE I (mm/h)
5 minutes	100,0	126,4	150,1
15 minutes	65,0	83,7	100,6
30 minutes	46,3	58,5	69,2
60 minutes	27,4	35,1	42,3

Ces quelques éléments révèlent un climat à pluviométrie très contrastée, qui s'exerce de plus sur un relief particulièrement vigoureux aux abords immédiats de la ville et soulignent l'importance de son système de drainage.

Drainage et croissance urbaine : les quebradas

La croissance démographique de Quito s'effectue depuis une trentaine d'années au rythme très soutenu de plus de 4 % par an, la population atteignant actuelle-

- La température varie en effet couramment entre 9 et 22 degrés C dans la journée, alors que l'écart entre les moyennes mensuelles extrêmes au cours de l'année ne dépasse pas un demi-degré C.
- Station de Quito Observatoire. Cf. ALULEMA, DJEDA, NOUVELOT, POURRUT, 1985.

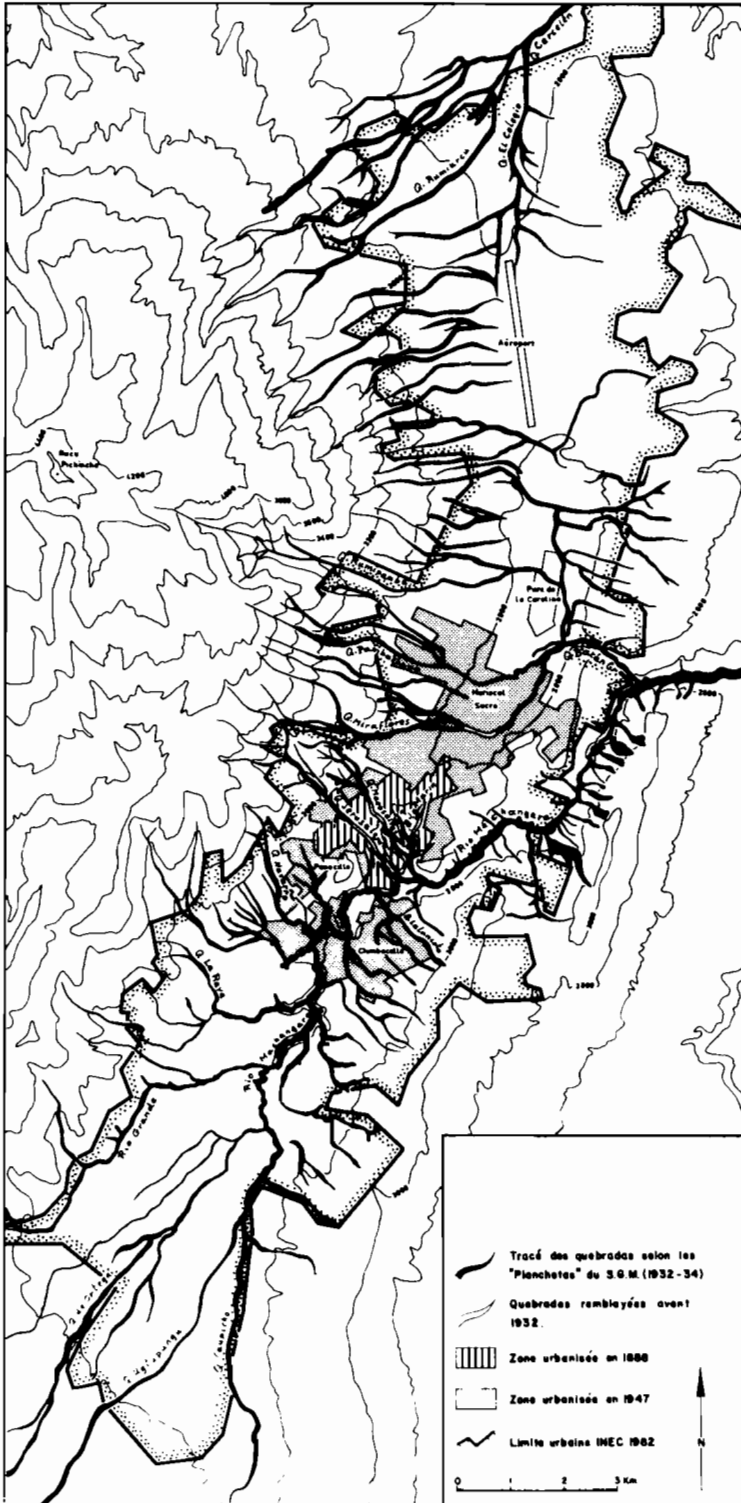


FIG. 1. — Drainage et croissance urbaine — Quito 1900-1986.
CEDIG-ORSTOM, P. PELTRE

ment 900 000 habitants. La ville a accru sa superficie de près de 40 fois entre 1880 et 1980, et l'examen des plans successifs montre que trois étapes peuvent être distinguées dans la progression du domaine urbain⁴ (fig. 1).

— Depuis la fondation de Quito colonial en 1534 jusqu'au début du XX^e siècle la croissance est lente et se réalise selon un schéma radial, autour du centre colonial : en 1902 la ville n'occupe encore que 200 hectares.

— Durant la première moitié du XX^e siècle la progression est plus rapide, sous forme de fines tentacules le long des voies de communications vers le nord et vers le sud. En 1950 la superficie urbanisée atteint 1 300 hectares, chiffre encore modeste comparé à l'actuel.

— C'est à partir de cette époque que l'urbanisation s'accélère dans des proportions considérables pour atteindre 12 500 hectares ; le remblaiement des *quebradas*, pratiqué dès l'époque coloniale, s'accélère également, et les drainages naturels sont pratiquement partout remplacés par des égouts.

Les *quebradas* désignent dans la région de Quito des ravins à bords vifs atteignant fréquemment 15 à 20 mètres de profondeur. Ce sont des torrents de montagne à pente forte, au régime d'oued, qui ne coulent que quelques jours par an en crues brutales et violentes lors des précipitations les plus intenses ; seuls les plus importants ont un écoulement permanent.

Sur les pentes du Pichincha (20 à 30 degrés) et sur celles du revers du gradin tectonique (15 degrés) à l'est de la ville, les *quebradas* sont incisées de dix à vingt mètres ; dans le fond de la gouttière, les plus importantes conservaient encore une profondeur de deux à trois mètres au siècle dernier, mais les plus actives en termes de sédimentation n'étaient pas marquées topographiquement, noyées dans leurs propres épandages. Elles constituent encore maintenant un réseau de drainage dense des pentes qui dominent la ville, puisque 105 *quebradas* ont été dénombrées lors de l'établissement d'une carte de l'ancien réseau de drainage naturel (fig. 1)⁵ et d'un fichier des noms⁶ ; elles se rassemblent toutes, dans les limites mêmes du périmètre urbain actuel, en trois exutoires seulement : le Rio Machangara, et les *quebradas* El Batán à l'est et Carcelén (ou El Colegio) au nord. Le cours inférieur de toutes ces *quebradas* a été remblayé lors de l'urbanisation, et remplacé par le réseau d'égouts qui assure maintenant non seulement l'évacuation des eaux usées, mais également celle des eaux pluviales du volcan Pichincha, système montagneux d'un volume considérable dans la tranche d'altitude de 2 800 à 4 700 mètres au-dessus de la ville.

Les premiers remblaiements dans le centre historique datent de l'époque coloniale : ce sont les cours inférieurs des *quebradas* Manosalvas et La Marin qui disparaissent en premier. Puis au début du siècle la *quebrada* Jerusalem (ou La Cantera) est recouverte et devient l'Avenida 24 de Mayo, dont l'égout doit évacuer des débits de pointe considérables. Elle posera de nombreux problèmes tout au long de ce siècle, et l'ancien égout, érodé par le véritable torrent qu'il évacue, montre des marmittes de géant de trente mètres de profondeur ; devenu complètement impraticable à l'entretien, il est en cours de reconstruction selon un tracé parallèle à l'ancien, jugé irrécupérable.

Dans les années 1930, l'extension de la ville fait remblayer les *quebradas* qui traversent les nouveaux quartiers : la Mariscal Sucre au nord, La Magdalena et Chimbacalle au sud du Panecillo. Puis à partir des années cinquante ce sont les gran-

4. Cf. CARRERA, 1984, DE NONI, FERNANDEZ de CASTRO, PELTRE, 1986.

5. Cf. DE NONI, FERNANDEZ de CASTRO, PELTRE, 1986.

6. Sur l'ensemble du site, les *quebradas* changent en effet très fréquemment de nom le long de leur cours ; de plus les noms anciens quichua ont souvent été remplacés par un ou plusieurs noms espagnols, ceux des *haciendas* traversées. L'établissement d'un fichier de correspondance des noms entre cinq documents cartographiques différents devenait donc indispensable pour identifier clairement les *quebradas* mises en cause dans les relations d'accidents par les journaux.

des *quebradas* qui descendent du Pichincha dans les secteurs de La Carolina et de l'aéroport au nord qui seront progressivement remblayées. Notons que l'extension de la ville s'est souvent faite par sauts successifs dans l'espace, d'une *quebrada* — transversale à l'axe d'expansion — à la suivante⁷. Actuellement la tendance au remblaiement se poursuit activement tant au nord de la ville (*quebradas* El Colegio et Rumiurcu) qu'au sud (*quebrada* La Raya, de Los Chochos et projet de couverture du Rio Machangara).

Au total la topographie particulière du site a imposé à la ville une croissance en longueur (3 km sur 25), l'occupation de versants raides à l'est et à l'ouest, responsable de la multiplication des éboulements, et le remblaiement du réseau naturel de drainage, pour gagner de l'espace et construire une continuité urbaine, principale cause des inondations, des crues boueuses et des effondrements.

Le réseau d'égouts ainsi constitué est localement insuffisant pour évacuer les débits de pointe ; l'estimation comparée de la capacité d'évacuation des égouts et des débits maxima de fréquence décennale des *quebradas* du Pichincha qu'ils sont chargés d'évacuer est éloquente, puisque sur 19 *quebradas* étudiées, 12 présentent un déficit d'évacuation parfois considérable dont voici les plus importants⁸ :

QUEBRADA	RUMIURCU	ATUCUCHU	PULIDA CHICO	RUMIPAMBA	MANZANACHUPA	CAICEDO
Débit décennal (m ³ /s)	38,8	11,3	11,7	24,9	4,5	5,7
Capacité d'égout (m ³ /s)	13,6	3,4	4,0	8,5	3,2	4,5

L'EMAP-Quito cherche à contrôler cette situation en aménageant des retenues-tampon autour de certaines des prises d'égout les plus sensibles, permettant de stocker la crête de crue durant 20 à 30 minutes, délai en principe suffisant pour étaler les averses très intenses⁹. Ces aménagements étant pour la plupart récents, il est encore très difficile de juger de leur efficacité.

Lorsque les débits de fréquence décennale sont approchés ou dépassés, les eaux et la boue passent alors par les rues, provoquant inondations et crues boueuses. De ce fait le réseau d'égouts subit en permanence un alluvionnement important, qui réduit encore sa capacité théorique d'évacuation, et nécessite un nettoyage permanent par une équipe de 140 égoutiers (les *sifoneros*). Enfin les têtes du réseau sont toutes en pente forte, ce qui conduit à de fortes mises en charge des canalisations et aboutit parfois à leur rupture, induisant alors des phénomènes d'érosion souterraine qui provoquent à l'occasion des effondrements de chaussée.

Pour compléter cette brève présentation du risque géomorphologique analysé ici, ajoutons que la ville est également menacée par deux risques majeurs, sismique et volcanique, de fréquence faible mais de gravité incomparablement supérieure ; l'analyse de ces risques relève de spécialités très précises et nous ne ferons que les évoquer à titre de comparaison.

Au plan historique les séismes n'ont jamais fait de dégâts très importants à Quito, mais des villes éloignées d'une centaine de kilomètres seulement ont été complètement détruites comme Riobamba (1797), Ibarra (1868) ou Ambato (1949). Le récent tremblement de terre du 5 mars 1987 (7,5 degrés sur l'échelle de Mercalli), qui ne fit que des dégâts légers dans la ville, mais frôla les destructions plus sévères, rappelle que la capitale est bâtie pratiquement à la verticale de la zone de subduction de la plaque océanique Nazca sous la plaque continentale, et que le risque sismique y est très sérieux.

7. Information orale O. LEMAIRE.

8. Cf. DE NONI, FERNANDEZ de CASTRO, PELTRE, 1886 et CMD, 1977, chap. 14.

9. EMAP : Empresa Municipal de Alcantarillas y Agua Potable, agence municipale chargée de la gestion des égouts et de l'approvisionnement en eau. Pour une description de certains de ces aménagements, cf. DE NONI, F. de CASTRO, PELTRE, 1886.

Quant au risque volcanique, le Pichincha a eu plusieurs éruptions depuis la fondation de la ville espagnole, dont la plus connue, en 1660, ne fit d'autres dégâts que des chutes de cendres sur la ville (tout de même jusqu'à 40 cm d'épaisseur...). Il présente actuellement une faible activité géothermique permanente, mais les géologues estiment qu'il s'agit d'un volcanisme de type péleén, explosif, qui rejette surtout des cendres et des nuées ardentes, et consitue donc un danger très important pour la ville en cas d'éruption violente, peu prévisible encore dans l'état actuel de l'art.

Ceci relativise l'ampleur du risque dû au drainage, qui reste limité à des dégâts localisés par quartier et de gravité moyenne. Les décès dus à des coulées de boue ou à des effondrements n'ont pourtant pas été rares, et surtout il s'agit d'un risque très fréquent, dont on sait qu'il affectera nécessairement plusieurs quartiers de la ville à l'échéance d'une, ou à coup sûr de quelques années ; enfin c'est un risque beaucoup plus accessible à la prévention par l'aménagement de la ville et par la gestion de sa croissance.

Les accidents morphoclimatiques urbains dans la presse

Le traitement de l'information

Le dépouillement du principal et plus ancien quotidien, *El Comercio*, a permis de constituer un fichier de 295 résumés d'articles relatant un ou plusieurs accidents morphoclimatiques survenus dans la ville ou à ses environs immédiats, au cours d'une seule journée en règle générale¹⁰. Chacune des fiches correspond donc à un événement, forte précipitation ayant provoqué des accidents en différents endroits de la ville, ou plus fréquemment accident proprement dit en une seule localisation. Un second fichier de 390 accidents au sens strict, correspondant chacun à une localisation, a donc été dérivé du premier.

Ce travail d'identification géographique des accidents, réalisé sur les fiches-résumé, présente des difficultés : les localisations indiquées par le journaliste sont souvent peu précises, constituées de quelques noms de rue, ou de celui d'un ou deux quartiers plus ou moins bien identifiés par ses habitants, à défaut de l'être sur les plans ; mais aussi il est parfois difficile de déterminer si une zone assez ample, affectée par l'excès d'eau, consitue un seul ou plusieurs foyers d'accidents, et la part d'appréciation reste grande dans cet exercice.

Il est en outre probable que les journaux n'aient pas toujours rendu compte de façon homogène de ces accidents morphoclimatiques au cours du temps : par exemple la couverture de l'information internationale au cours de la Seconde Guerre mondiale semble assez complète, suffisamment en tous cas pour que l'on puisse s'interroger sur la concurrence qu'aurait pu faire cette actualité brûlante aux comptes rendus des faits divers urbains de l'époque, si du moins ils restaient de dimensions modestes. D'une façon plus générale on peut soupçonner les journaux du début du siècle, plus faiblement intégrés que maintenant aux réseaux mondiaux des agences d'information, d'avoir rendu compte de nouvelles locales plus minces que celles qui retiennent aujourd'hui l'attention des journalistes.

Ainsi l'instrument d'observation utilisé est sans doute fort imparfait ; c'est cependant le seul disponible, et il n'est guère de moyens d'apprécier sa fiabilité de détail, du moins en termes de localisation précise et de seuil de gravité à partir duquel les accidents ont été relatés. S'il est sûr que tous les accidents importants ont été rapportés, le problème réside plutôt dans une probable irrégularité de traitement

10. Le fichier a été saisi et traité sur Macintosh, sous Jazz et Excel, pour faciliter les tris sur critères multiples, comptages et graphiques de fréquence. Le dépouillement des journaux et la rédaction des résumés ont été réalisés par J. SARRADE.

des accidents de faible gravité, dont on peut raisonnablement supposer qu'il ne biaisent l'analyse que dans le détail et non dans ses grandes lignes. Cette imprécision nous a cependant incité à ne constituer que des groupes géographiques ou chronologiques suffisamment importants pour conserver une signification.

Le fichier ainsi constitué permet d'identifier divers noms pour qualifier les divers types d'accidents, avec fréquemment un certain flottement sémantique quant à l'identification précise du type de phénomène. *Inundación* ne requiert pas de traduction particulière, *aluvión* désigne une crue boueuse et un coulée de boue, sans qu'il soit guère possible de les distinguer, et *alud* signifie au sens strict avalanche de neige, utilisé au sens de glissement de terrain ou de coulée de boue importants. Autre terme prêtant à confusion, *deslave*, qui signifie au sens strict éboulement par affouillement, est fréquemment utilisé au sens de coulée de boue ainsi que de glissement de terrain, mais également au sens d'éboulement ; pour simplifier les tris nous n'avons conservé le terme dans le fichier que dans ce dernier sens, en ajustant le mot-clé en fonction de la teneur du résumé. Les *derrumbes* correspondent à des éboulements de talus bien localisés et les *hundimientos* sont les affaissements ou effondrements de chaussée dans le matériau de remblaiement des *quebradas*, dus aux égouts défectueux. Enfin le terme *daños* qui signifie simplement dommages ou dégâts est parfois utilisé pour toute description, lorsque l'accident est peu important ; il faut alors chercher entre les lignes pour identifier sa nature précise.

Compte tenu de l'imprécision sémantique souvent insurmontable, et là encore pour éviter de morceler le fichier, nous avons regroupé les accidents relevés en quatre catégories simples :

- ceux liés à un simple excès d'eau (*inundaciones*) ;
- les crues boueuses ou coulées de boue (*aluviones* et *aludes*) ;
- les éboulements et glissements de terrain (*derrumbes* et *deslaves*) ;
- les effondrements de chaussée (*hundimientos*).

Faute de temps nous avons évité de prendre en compte le degré de gravité de ces accidents, bien évidemment variable. Les fiches-résumé ne suffisent pas en effet pour apprécier une échelle de critères, et il faudra pour cela revenir à la masse d'information originale, qu'il était impossible d'étalonner avant de l'avoir dépouillée. L'analyse présentée ici s'en tiendra donc, après avoir en fait une brève description, aux quatre types simples et à leurs fréquences d'apparition dans le temps et par rapport à la croissance urbaine.

Les types d'accidents

Les inondations – Elles traduisent très directement l'insuffisance chronique du réseau de drainage lors des fortes précipitations qui sont de règle en climat équatorial d'altitude. Les averses étant d'autant plus localisées qu'elles sont intenses, ces inondations n'ont en règle générale qu'une extension limitée dans l'espace et ne durent guère plus de deux à quatre heures, et n'ont donc rien à voir avec celles que produisent les crues de rivières ou fleuves importants dans leur lit majeur, où le débordement dure plusieurs jours. Elles sont fréquemment liées au tracé des anciennes *quebradas* : la cartographie en cours des fréquences d'accidents semble indiquer – malgré son état encore très provisoire – qu'environ la moitié des inondations répertoriées correspondent directement à l'insuffisante capacité d'évacuation des débits de pointe des *quebradas* qui dominent la ville. Dans les autres cas c'est la capacité d'évacuation du seul ruissellement urbain qui est en cause.

Qu'elles proviennent des débits de crue ou du seul ruissellement urbain, les eaux excédant la capacité des égouts empruntent les rues en pente et s'accumulent quelque temps dans les rues transversales et dans les zones basses ; elles atteignent couramment 30 à 60 cm de hauteur, et ne dépassent guère un mètre ou un mètre cinquante lors des inondations les plus importantes. L'extension varie de quelques *manzanas* (les pâtés de maisons) au quartier tout entier sur les pentes moyennes, mais l'inondation peut affecter des secteurs plus vastes, dans les zones planes de la

« plaine de Quito ». Ce sont alors les secteurs de la Carolina — ancien marécage au nord du Panecillo — et des quartiers de Chimbacalle, Villa Flora et La Magdalena au sud qui sont les plus affectés. Rappelons en outre qu'un même épisode pluvieux provoque fréquemment plusieurs foyers d'inondation dans la ville.

Si ces inondations ne provoquent ordinairement que des dégâts relativement peu importants : inondation des rez-de-chaussées, quelques maisons précaires abîmées ou parfois détruites, et usure accélérée des chaussées, surtout dans les quartiers périphériques où elles ne sont pas revêtues, elles paralysent dans tous les cas la circulation dans la ville, sur des superficies très supérieures à celles identifiées comme inondées par le journaliste. Elles sont surtout très fréquentes et constituent environ la moitié des accidents relevés : le fichier compte 150 événements pluviométriques depuis 1900, qui ont occasionné 226 inondations proprement dites dans toute la ville, soit près de trois par an en moyenne.

Les crues boueuses — Répertoirees par les journalistes comme des *aluviones*, *aludes* et parfois *deslaves*, ces accidents sont moins fréquents mais nettement plus destructeurs que les inondations. Il s'agit soit de coulées de boue, relativement peu liquides, soit plus fréquemment de crues à forte charge solide, allant dans les cas les plus graves jusqu'à charrier des pierres et des blocs. Au plan géomorphologique la coulée de boue correspond au dépassement de la limite de liquidité dans le sol, induisant une loupe d'arrachement et une coulée en aval, généralement assez courte, alors que la crue boueuse résulte de la mobilisation par le torrent de matériaux arrachés à ses berges, ou antérieurement mobilisés par un éboulement ou une coulée de boue dans la partie amont du bassin-versant ; elle affecte des distances beaucoup plus importantes, et a tendance à s'étaler lorsque la pente diminue comme c'est le cas à la base de tous les versants qui dominent la ville.

Ce sont des accidents de la périphérie de la ville, bien que les plus graves y pénètrent profondément du fait de son allongement, exclusivement liés au tracé des actuelles *quebradas*, qu'il est presque toujours possible d'identifier même lorsque le journaliste n'en parle pas. L'analyse des comptes rendus indique qu'à leur entrée dans la ville, les flux correspondent dans presque tous les cas à des crues boueuses, fréquemment attribuées à des embâcles naturels en amont.

L'existence de ces embâcles reste cependant douteuse : mentionnée par les journaux dans le cas récent de l'*aluvión* de la *quebrada* La Raya, que nous avons pu étudier « à chaud »¹¹, ni l'observation de terrain, ni l'enquête auprès des habitants du voisinage n'a pu confirmer un tel mécanisme, et la cause directe de la crue doit être attribuée au caractère exceptionnel de la précipitation, estimée d'une intensité de 60 à 80 millimètres par heure en 30 minutes et d'une fréquence de retour décennale, ou plus rare selon les hypothèses prises en compte pour le calcul¹².

Dans un autre cas ayant fait l'objet d'un compte rendu scientifique, l'accident de l'Avenida La Gasca du 25 février 1975 — l'un des plus graves répertoriés — les journaux ont également fait état d'un embâcle, non confirmé par l'étude réalisée¹³. Cette dernière attribue l'origine de la très importante charge solide — estimée à 52 000 m³ — à un seul et brutal épisode d'érosion du lit même de la *quebrada* Pam-bachupa. Ces deux exemples indiquent qu'en matière d'explication des accidents la fiabilité des journaux est faible, l'information ne reposant en général que sur l'interview rapide des habitants du voisinage ; il n'y a malheureusement dans la plupart

11. Cf. DE NONI, FERNANDEZ de CASTRO, PELTRE, 1986.

12. Notons que dans ce cas précis les relevés pluviométriques de deux stations proches, à un et deux kilomètres du lieu de l'accident, n'ont enregistré que des valeurs très faibles. La pluie est restée localisée au versant, et c'est l'enregistrement de la crue exceptionnelle du Rio Machangara — intégrant l'ensemble du bassin-versant — qui a permis l'estimation (réalisée par P. POURRUT).

13. Cf. FEININGER 1975.

des cas aucun moyen de préciser le mécanisme d'accidents dont la seule mémoire — descriptive et peu détaillée — reste celle de la presse.

Heureusement plus rares que les inondations — 53 accidents de ce type ont été recensés en 43 événements — les crues boueuses sont beaucoup plus graves et destructrices : outre la boue déposée sur 30 à 60 cm d'épaisseur, toujours présente, des pierres, blocs et troncs d'arbres sont également entraînés par le flux dans les cas les plus graves. L'extension varie de quelques centaines de mètres de longueur à 3, voire 4 kilomètres sur 100 à 400 mètres de largeur. Les dégâts peuvent être importants, avec destruction partielle de maisons, de voitures et d'équipement de voirie, colmatage du réseau d'égouts sur des superficies importantes, et même parfois pertes de vies humaines, comme dans l'accident de la Gasca où il y eut deux morts.

Au total les *aluviones* sont de même nature que les inondations, du moins celles liées au débit des *quebradas*, dont ils constituent le terme le plus grave dans la mesure où la violence de la crue est capable de mobiliser une charge solide importante. Au dépouillement, les deux types d'accidents ne sont pas toujours faciles à distinguer, compte tenu de l'imprécision de vocabulaire que nous avons évoquée plus haut ; dans la pratique nous avons classé comme crue boueuse les accidents décrits comme inondation où était mentionné un dépôt de boue important.

Les éboulements — Répertoriés sous les termes de *derrumbe* et parfois *deslave*, mais aussi de *deslizamiento* (glissement de terrain), ce sont des accidents beaucoup plus ponctuels qui affectent les quartiers construits sur des pentes fortes.

Il s'agit de morceaux de talus hauts de quelques mètres, d'un volume limité, qui s'éboulent, emportant quelques maisons ou enterrant celles qui se trouvent en aval. Ces accidents arrivent surtout en saison des pluies, et sont liés à l'affaiblissement de la cohérence des cendres volcaniques par l'humidité en bordure des talus mal ou pas étayés, et mal drainés ; il ne s'agit pas de boue, mais de masses de terre humide qui ne parcourent que de petites distances.

Ce sont des accidents assez fréquents, avec 82 *derrumbes* répertoriés au fichier, en 73 événements. Pour être très localisés, ils n'en sont pas moins graves puisqu'ils affectent des talus de 5 à 10 mètres de haut, et que les destructions de maisons et les pertes en vies humaines sont fréquentes. Hormis le Panecillo, touché dès son urbanisation au début du siècle, ce sont également des accidents de la périphérie de la ville, là où cette dernière a conquis les versants.

Les effondrements — Nous avons déjà évoqué les *hundimientos*, effondrements de chaussée dus aux égouts défectueux dans le matériau de remblaiement des anciennes *quebradas*, accidents plus rares que les précédents puisque 29 d'entre eux ont été répertoriés depuis 1900. Ils sont cependant spectaculaires et frappent l'imagination lorsqu'un véhicule disparaît dans un trou qui s'ouvre subitement sous les roues, comme c'est arrivé le 3 mai 1978 dans l'Avenida America.

Leur mécanisme est lié à l'érosion souterraine dans des conditions assez particulières : la rupture d'un collecteur d'égout, lors d'une forte précipitation et sous l'effet de la mise en charge des eaux dans ses secteurs pentus, induit un écoulement parallèle au collecteur dans les matériaux peu compacts de remblaiement d'une *quebrada*. Cet écoulement poursuit un lent travail d'évacuation des sables et limons, et creuse progressivement une cavité sous la chaussée ; pendant un certain temps cette dernière résiste grâce au compactage des couches superficielles, et le phénomène passe complètement inaperçu. La route cède brusquement, parfois sous le poids d'un véhicule, lorsque la cavité s'est suffisamment agrandie¹⁴.

Il arrive aussi qu'un édifice soit affecté par de tels affaissements, mais beaucoup plus rarement dans la mesure où l'on a évité de construire sur les superficies rem-

14. Pour une description fine d'un « hundimiento », cf. RYDER et WINCKELL, 1984, seule étude existant à notre connaissance de ce type de phénomène, encore que celui-ci soit atypique puisqu'il est lié à d'anciennes carrières de sable.

blayées, habituellement réservées aux avenues et à des espaces de loisirs. Certains *hundimientos* atteignent des proportions spectaculaires, tel celui du 1^{er} février 1984 dans l'Avenida de Los Libertadores où la *quebrada* Navarro a repris son cours naturel, ouvrant l'avenue sur 200 mètres de long, 30 de large et 20 de profondeur.

Ces accidents sont également directement liés aux déficiences du drainage urbain. On ignore tout cependant du temps de latence entre la cause de l'accident — la précipitation qui induit la rupture de canalisation — et l'événement lui-même. Les deux derniers affaissements de grandes dimensions datent du début 1984, au cours d'une saison des pluies jugée assez forte, mais les deux précédentes avaient été exceptionnelles ; on peut donc subodorer un délai de préparation des accidents entre quelques mois et deux ans, sans pouvoir préciser plus.

L'incidence du phénomène géomorphologique sur la voirie est du reste beaucoup plus élevée que ne le laisse apparaître le compte des accidents : en effet un très grand nombre de petits affaissements progressifs, non catastrophiques, affecte les rues et avenues, qui ne sont pas rapportés par les journaux mais constituent des problèmes d'entretien répétés pour les services de voirie.

Les quatre types d'accidents que nous venons de décrire dépendent tous des conditions d'évacuation des eaux de ruissellement dans la ville : inondations et crues boueuses sont très directement liées aux précipitations les plus intenses ; les effondrements le sont également, mais avec le retard dû à l'évolution géomorphologique souterraine. Enfin les éboulements dépendent de l'infiltration et de la dynamique de l'eau dans les sols des versants raides, et de leurs propriétés structurales sous certaines conditions de saturation. Au total ce sont tous des accidents du drainage urbain.

Fréquence des accidents et croissance urbaine

Précipitations et fréquence des accidents

A partir du fichier des accidents — rappelons que, localisés, ils sont plus nombreux (390) que les événements (295) qui constituent le fichier de base des résumés d'articles — un histogramme de la fréquence annuelle pour les quatre types de phénomènes relevés a été dressé (fig. 2), rapporté aux précipitations annuelles¹⁵.

Sept années de pointe apparaissent, avec 10 accidents ou plus : 1916, 1921, 1928, 1950, 1958, 1961 et 1983 ; 19 années n'en ont enregistré aucun sur les 87 prises en compte, et deux périodes relativement « creuses » se situent, l'une entre 1901 et 1910, l'autre entre 1931 et 1947, qui encadrent un premier mode d'une vingtaine d'années centré sur 1920 ; à partir de 1950 on observe quatre modes successifs, à peine séparés par une année d'interruption, à l'exception des trois années 1979-81 qui constituent une interruption un peu plus longue.

La courbe des précipitations annuelles n'indique qu'une corrélation très faible avec le nombre des accidents, contrairement à ce que l'on attendrait en matière de problèmes liés au drainage. Seules les années 1928, 1950 et 1975 ont un nombre élevé d'accidents correspondant à une pluviométrie dépassant 1 500 millimètres, et un seul creux très marqué n'en a causé aucun. Tous les autres pics de pluviométrie correspondent par contre à des années tout à fait moyennes de ce point de vue, comme 1927 (aucune inondation) ou 1953 (deux inondations seulement), voire sans accident comme 1908 et 1934.

Si l'on ne peut guère parler de mode pour les effondrements (*hundimientos*) qui sont trop peu nombreux et se dispersent, les périodes de pointe des éboulements se distinguent par contre de celles des inondations et crues boueuses, et ce sont peut-

15. Totaux annuels à la station de Quito Observatoire pour la période 1900-1986. Données communiquées par P. POURRUT, hydrologue ORSTOM.

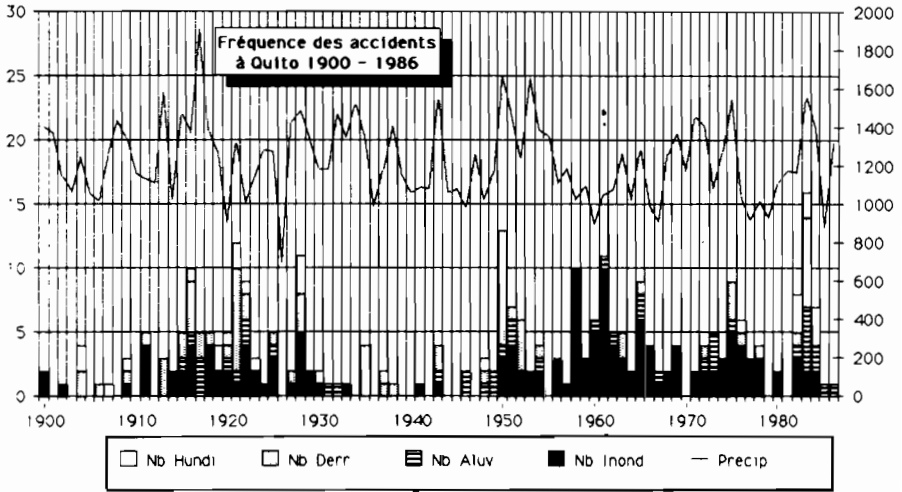


FIG. 2.

être ces derniers qui montrent une certaine relation aux années pluvieuses dépassant 1 400 millimètres. Dans l'ensemble cinq modes apparaissent nettement dans la fréquence globale des accidents, qui ne reflètent pas l'allure globale de la courbe des précipitations.

Deux raisons peuvent être invoquées à cette faible corrélation. D'une part une très forte majorité des accidents — 279 inondations et crues boueuses — est directement liée aux fortes intensités beaucoup plus qu'aux totaux annuels, et il faudrait pouvoir comparer avec les relevés horaires ou au moins journaliers pour obtenir une relation graphique claire. D'autre part les stations pluviométriques sont localisées dans la « plaine de Quito », alors que l'on sait par expérience que les pluies les plus intenses sont très localisées, et tombent sur les versants qui dominent la ville ; nous avons pu constater lors de l'étude de l'*aluvión* de la *quebrada* La Raya¹⁶, qu'une précipitation très intense, attestée par le limnigramme de crue du Río Machangara, n'avait pratiquement pas été enregistrée par deux pluviographes proches, qui n'avaient vu passer que la frange de l'orage.

Même en utilisant les relevés horaires — masse de données considérable : 87 600 chiffres pour dix ans, à supposer qu'ils existent sous cette forme — il reste donc très aléatoire de chercher à rapporter le nombre et la gravité des accidents à la pluviométrie, phénomène mal mesuré de ce point de vue parce que très localisé pour ses fréquences rares, qui sont précisément celles qui importent ici. Les enregistrements hydrologiques des crues aux trois exutoires de la cuvette de Quito devraient permettre une meilleure approximation, encore que, pour intégrer les précipitations sur l'ensemble d'un bassin-versant, ils minimisent d'autant l'importance d'une pluie qu'elle est plus localisée.

Si la corrélation avec les totaux annuels est mauvaise, celle de la fréquence mensuelle des accidents sur l'ensemble de la période, rapportée à la moyenne mensuelle des précipitations sur 89 années¹⁷ est en revanche très bonne, rapprochant deux fréquences statistiquement comparables (fig. 3). Ceci confirme que ce sont bien à des accidents du drainage du site urbain que l'on a affaire, dont les modes suivent étroitement ceux des précipitations mensuelles moyennes.

16. Cf. DE NONI, FERNANDEZ de CASTRO, PELTRE, 1986.

17. 1891 à 1980 à Quito Observatoire. Cf. ALULEMA, OJEDA, NOUVELOT, POURRUT, 1985.

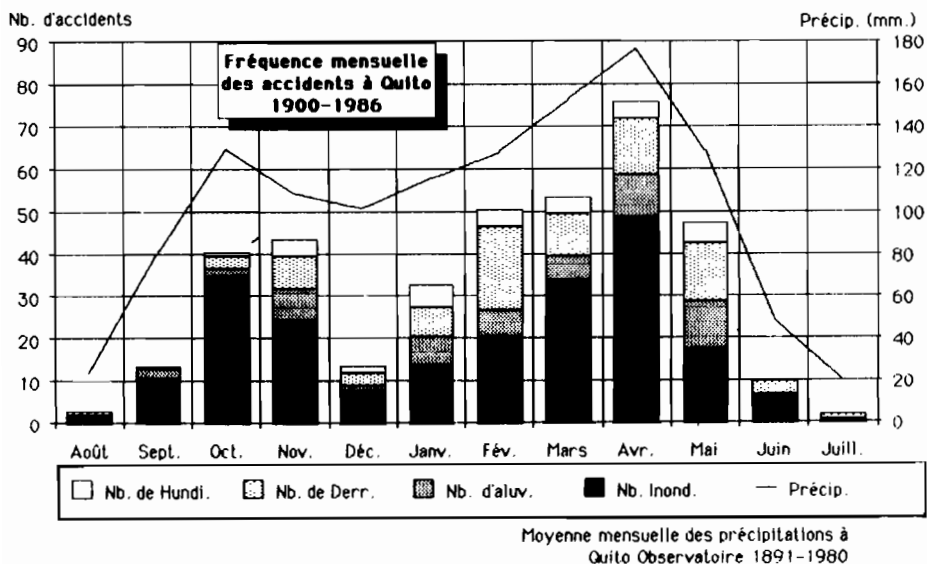


FIG. 3.

Les inondations se calquent très précisément sur la courbe des précipitations, comme cela semble naturel, et culminent en avril, mois le plus pluvieux avec près de 180 mm. Les crues boueuses semblent par contre apparaître avec un mois de retard sur le maximum d'octobre, pour se développer complètement de février à mai ; or ce développement semble lié à celui des *derrumbes*, et l'on peut supposer que, statistiquement parlant, les *aluviones* sont directement alimentés en charge solide par des éboulements dans l'amont du bassin-versant des *quebradas*, ou tout au moins par des conditions d'affaiblissement de la structure de leur berges dues à l'humectation des sols en profondeur, conditions voisines de celles qui provoquent les éboulements. Le temps nécessaire pour réaliser cette humectation expliquerait le décalage que l'on observe par rapport aux maxima pluviométriques, ce décalage étant plus net pour octobre, début brutal de la saison des pluies, que pour avril, où cette dernière est déjà installée depuis plusieurs mois.

Les effondrements de voirie semblent suivre une distribution voisine de celle des crues boueuses et des éboulements, sans différences très marquées au cours de la seconde saison des pluies, de février à mai. Le fait qu'ils soient liés aux précipitations en termes de fréquences mensuelles permet cependant d'en conclure que l'effondrement est directement lié à un ruissellement souterrain en phase d'activité. Par contre l'hypothèse que le délai d'évolution entre la rupture de canalisation et l'affaissement de la cavité puisse ne pas excéder un à six mois est plus hasardeuse, dans la mesure où une rupture amorcée au cours d'une saison des pluies peut très bien ne provoquer le *hundimiento* qu'à la saison suivante, voire deux ans plus tard, au moment de l'année où l'écoulement souterrain est actif.

Mais ces analyses globales par type d'accident portent sur une ville statique, dont nous avons vu que la croissance en superficie s'est multipliée par 40 en un siècle. Aussi faut-il non seulement analyser les fréquences d'accidents dans le temps, mais aussi par rapport aux grandes étapes de progression du domaine urbain.

Progression des accidents et croissance urbaine

La notion de l'augmentation du nombre des accidents avec la croissance en superficie de la ville est intuitive, d'autant plus que l'on sait que cette dernière

s'étend en direction des versants, tout en multipliant le kilométrage de drainage construit en remplacement des exutoires naturels. On a donc cherché à visualiser le phénomène, en décomposant les fréquences annuelles des accidents selon trois zones successives de croissance urbaine : le noyau historique existant en 1900, les zones construites au nord et au sud de ce noyau entre 1900 et 1947, et enfin celles apparues entre 1947 et 1983¹⁸ (cf. fig. 1).

Les plans successifs disponibles auraient permis une ventilation plus fine des auréoles de croissance, mais nous avons voulu éviter de disperser les échantillons, et les zones retenues correspondent aux grandes étapes de progression de la ville.

Trois histogrammes ont été construits pour les fréquences annuelles des accidents survenus dans chacune des zones, quelle que soit leur date (fig. 4). Lorsque des accidents figurent dans une zone avant la période où celle-ci s'est en principe urbanisée, il s'agit alors d'accidents des faubourgs ruraux de la ville : villages, routes et ponts le plus souvent ; si des accidents de ce type se sont produits dans les champs et les prés, ils n'ont en général pas été relatés : ne gênant pas suffisamment ils ne constituaient pas matière à fait divers dans les journaux de la ville.

Le nombre des accidents enregistrés par type et par zone s'exprime comme suit :

ZONE	AVANT 1900	DE 1900 A 1947	DE 1947 A 1986	TOTAL
Inondation	81	76	69	226
Crue boueuse	15	16	22	53
Eboulements	29	19	34	82
Effondrements	19	3	7	29
TOTAL	144	114	132	390

Les trois histogrammes montrent un déplacement dans le temps des fréquences élevées d'accidents, de la zone bâtie la plus ancienne à la plus récente, conforme à ce que l'on peut attendre : peu d'accidents dans la première moitié du siècle pour les deux auréoles de croissance, et mode principal en 1983, dans la zone la plus récemment urbanisée.

Ce glissement dans les fortes fréquences annuelles globales s'accompagne d'un déplacement des modes dans la fréquence des éboulements et crues boueuses, dont nous avons vu qu'ils étaient liés : nombreux dans le centre colonial jusqu'en 1930, ils se raréfient ensuite et disparaissent presque après 1963, alors qu'ils sont fréquents dans la zone 1900-1947, et qu'ils constituent le maximum dans celle la plus récemment urbanisée.

La raréfaction des accidents liés à d'importantes mobilisations de terre dans le centre historique doit être mise en relation avec la complète urbanisation de son environnement : les talus, d'autant mieux étayés que l'urbanisation est ancienne, sont plus stables et s'éboulent moins, et les *aluviones* se produisent plus haut en amont sur le cours de *quebradas*, là où commence le remblaiement. C'est maintenant la périphérie qui subit ces accidents, caractéristiques de la frange où les bassins-versant voient leur dynamique perturbée par l'urbanisation ; certaines parties de la

18. Les limites de plans utilisées ont été rassemblées par O. LEMAIRE. Elles correspondent à :

- Plano de Quito con plano de todas las casas, 1/3 000^e, 1988,
- Plano de Quito, Servicio Geografico Militar, 1/10 000^e, 1947,
- Limite urbaine INEC, 1982 (Document de travail du projet Atlas informatisé de Quito).

On a considéré que l'extension urbaine de 1888 à 1900 était négligeable, compte tenu du faible dynamisme de la croissance urbaine du début du siècle.

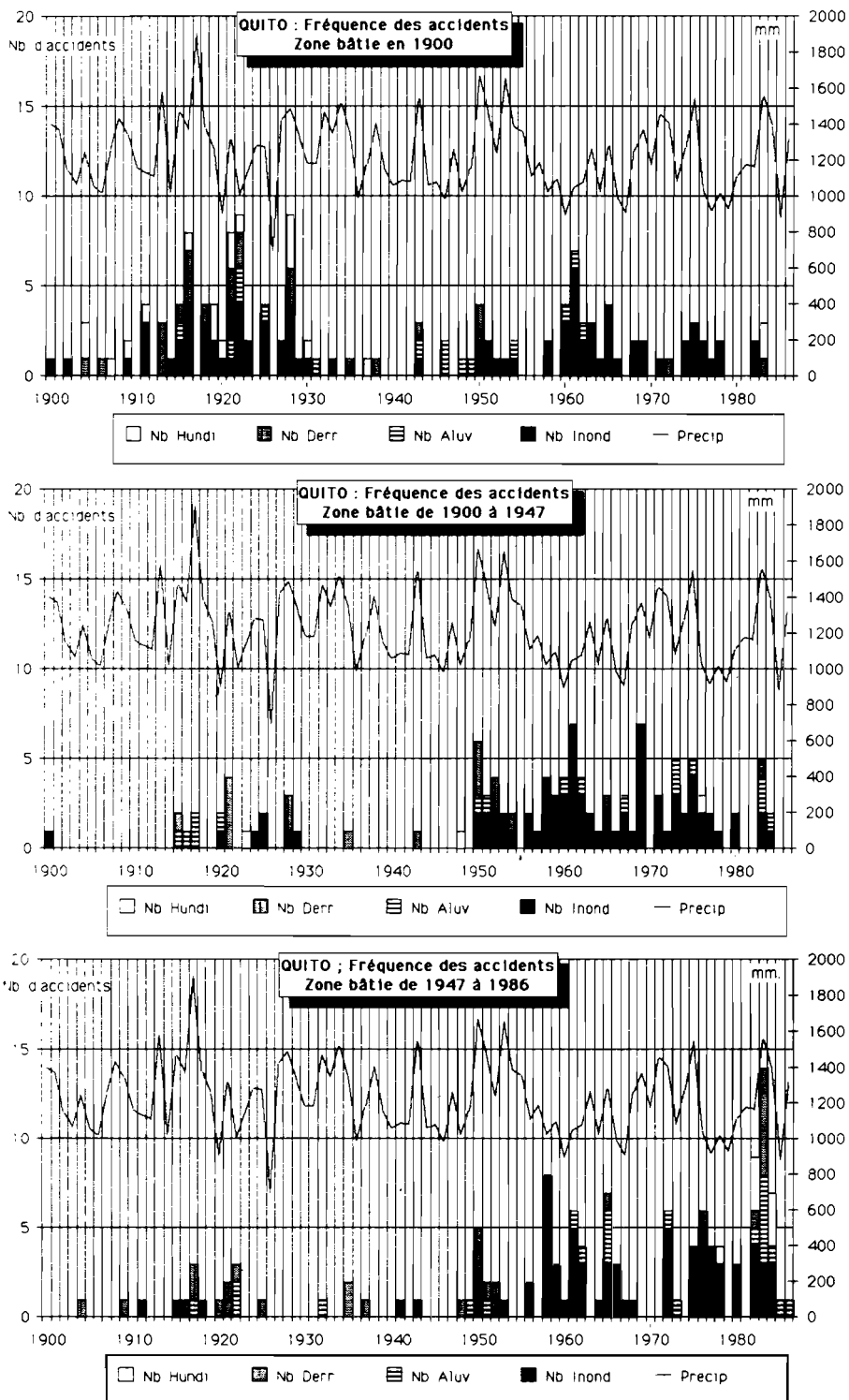


FIG. 4.

vieille ville ont fait partie de cette frange jusqu'en 1963, mais semblent maintenant à l'abri de ces problèmes.

De plus, même la fréquence des inondations semble régresser dans le centre depuis 1961, dernière pointe enregistrée ; dans la mesure où les deux autres zones ont subi en 1982-1984 un nombre important d'inondations et de crues boueuses, il faut sans doute en conclure que l'appareil de drainage du vieux centre a été progressivement amélioré.

La partie de la ville urbanisée entre 1900 et 1947 bénéficie, comme la vieille ville, du calme relatif entre 1930 et 1949, mais connaît ensuite trois décades difficiles. Durant cette période, ce sont surtout des zones plates qui ont été colonisées : ancienne zone marécageuse de la Mariscal Sucre et replat des anciens quartiers du sud (Chiryacu, Villa Flora et La Magdalena). Ceci explique la nette prédominance des inondations et des crues boueuses, le faible nombre d'effondrements, les *quebradas* remblayées dans cette partie de la ville étant peu profondes, ainsi que celui des éboulements, absents des terrains plats.

La zone la plus récemment urbanisée attire l'attention par la forte proportion des *aluviones* et *derrumbes* par rapport à un nombre d'inondations qui reste comparable à celui subi dans les deux autres parties de la ville durant la même période. À cet égard les années 1982 à 84 battent tous les records sur l'ensemble de la période ; s'il est vrai que l'année 1983 correspond à un phénomène de *Niño* très accusé et à des inondations catastrophiques dans la région côtière¹⁹, la zone 1900-1947 n'a subi qu'un nombre très moyen d'accidents pour cette période, et le centre colonial en est sorti presque indemne.

Cette forte proportion d'accidents traduit la colonisation récente de nombreux versants en pente forte, et l'accélération considérable des travaux de remblaiement des *quebradas* : le début des années quatre-vingts voit la construction de l'Avenida Occidental, boulevard périphérique qui contourne la ville par le pied des pentes du Pichincha en coupant 68 de ses *quebradas*, et subit depuis cinq ans une crue boueuse chaque année. Dans le sud de la ville se développent actuellement de nombreux lotissements neufs qui remontent sur les bords de la cuvette, et fournissent également une part appréciable des accidents des dernières années. C'est donc dans la partie la plus récemment urbanisée que le déplacement de la zone sensible du centre vers la périphérie de la ville est le plus net.

Bien que l'on ne sache rien encore de la distribution des paroxysmes pluviométriques au cours de la période considérée, l'analyse de la fréquence des accidents morphoclimatiques en fonction de la croissance urbaine suggère que le facteur essentiel dans leur déclenchement est avant tout constitué par le processus d'urbanisation lui-même, sur ses franges pionnières essentiellement. Il est en effet très concevable que les travaux de construction et de génie civil nécessaires à l'extension de la ville déstabilisent un milieu de montagne qui, par nature, a vocation à l'érosion et n'échappe à celle-ci que grâce à une couverture végétale bien couvrante en milieu rural. Dans ces conditions, toute excavation, tout terrain défriché, tout tas de terre laissé en souffrance contribue à accélérer le déclenchement du ruissellement, et fournit les matériaux qui viendront perturber la ville un peu plus bas.

Mais cette analyse du passé de la morphodynamique urbaine fournit aussi un motif d'espoir pour les gestionnaires de la capitale : loin d'augmenter proportionnellement à la croissance des superficies (qui sont passées de 200 à 12 500 hectares), le nombre des accidents aurait plutôt tendance à diminuer. Il diminue incontestablement en valeur absolue dans la vieille ville, et augmente beaucoup moins qu'en proportion des superficies conquises dans la ville nouvelle. On peut ainsi espérer

19. *El Niño* correspond à un phénomène océanique sur les côtes du Pérou et de l'Équateur, qui entraîne, les années où il se produit, des précipitations fortes sur le continent. Sensible dans la Sierra équatorienne de janvier à juin 1983, il a entraîné une hausse du total annuel et une plus forte irrégularité des précipitations, sans toutefois affecter de façon significative l'intensité des averses ni augmenter les totaux journaliers (cf. NOUVELOT et POURRUT, 1986).

que la stabilisation des nouveaux quartiers et l'amélioration des équipements de drainage amorceront à terme la même évolution dans le Quito moderne que dans la vieille ville.

Conclusion : Croissance urbaine et gestion du milieu

Sous des dehors tranquilles, la ville de Quito compte ainsi un nombre considérable d'accidents qui, après dénombrement, étonne même les vieux Quiténiens. Certains de ces événements ont marqué la mémoire collective, tel l'*aluvión* de l'avenue La Gasca en février 1975, qui fut l'un des plus graves enregistrés, ou cet effondrement de la chaussée en mai 1978 dans l'avenue América, qui engloutit une Volkswagen à deux heures du matin sous les yeux ébahis du chauffeur du bus qui la croisait. L'hiver 1982-83 a également laissé un vif souvenir, mais des années noires comme 1950, 1958 ou 1961 qui furent presque aussi graves semblent avoir disparu de la mémoire collective, et il faut les exhumer des archives de presse pour en mesurer l'ampleur.

Les problèmes majeurs du site urbain sont directement liés au remplacement du système naturel de drainage des *quebradas* par un réseau d'égouts, lequel ne peut être techniquement dimensionné pour évacuer les crues brutales et violentes de ces torrents lors des précipitations les plus intenses d'un climat équatorial de montagne. Au seul point de vue géomorphologique, prétendre évacuer les débits de pointe des *quebradas* du Pichincha et la charge solide qui leur est nécessairement associée par le seul réseau des égouts urbains constitue une gageure. Il est clair que la solution la plus sage aurait été d'aménager à travers la ville des écoulements à ciel ouvert, en assurant la circulation par des ponts ; mais l'urbanisation s'est faite — suivant une tradition très ancienne — en remblayant les drains, et la situation est maintenant irréversible, sauf à envisager un utopique remodelage de la ville, politiquement impensable.

Des solutions techniques par l'amont, plus difficiles, existent pourtant pour maîtriser ces accidents, ou tout au moins en diminuer la fréquence : l'EMAP a réalisé des retenues-tampon, permettant d'écrêter les crues, ou la dérivation d'une *quebrada* dans une autre, pourvue d'une meilleure évacuation. Il s'agit donc d'un problème de gestion du nouveau milieu urbain dans des conditions climatiques et géomorphologiques difficiles : la question dans ce domaine est de choisir pour quelle période de retour des événements climatiques de fréquence rare il convient de dimensionner les ouvrages, en comparant le coût croissant des investissements qui permettent d'améliorer la protection avec celui des dégâts provoqués par les accidents, ainsi qu'avec leur coût social. Elle est également de pouvoir contrôler les lieux où s'exerce la croissance urbaine, et d'éviter que ne soient bâtis les sites les plus dangereux.

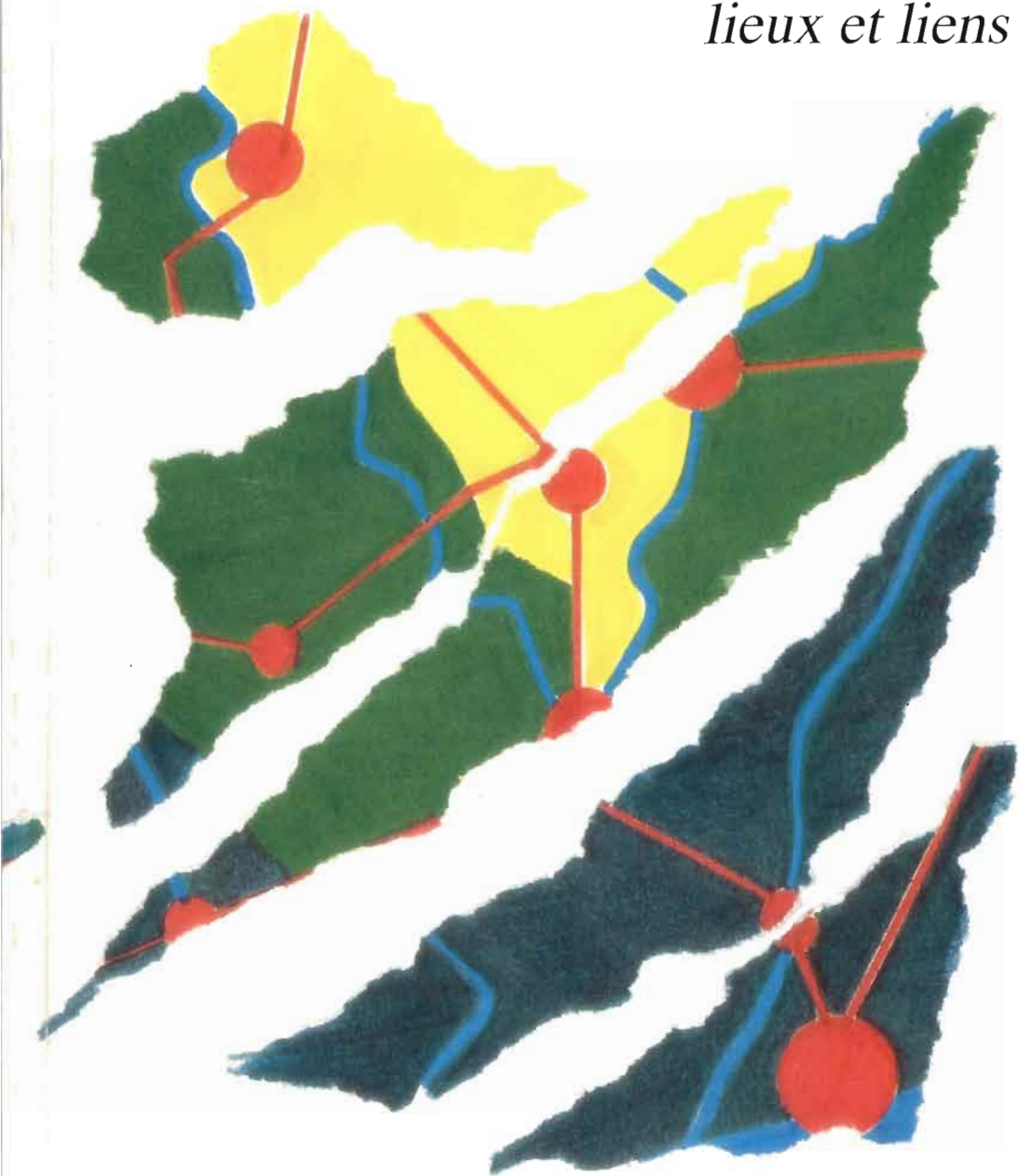
Nous avons vu cependant que la vieille ville connaît depuis bientôt dix ans une certaine stabilisation, due peut-être à des travaux d'amélioration du drainage, et plus certainement à la meilleure protection que lui offrent maintenant les nouveaux quartiers développés à sa périphérie. Ce sont ces quartiers des auréoles récentes de la croissance urbaine qui paient actuellement le plus lourd tribut en accidents du drainage proprement dit, ainsi qu'en éboulements dans les zones pentues. Les accidents qui affectent Quito depuis le début du siècle constituent ainsi plus un problème de croissance urbaine mal maîtrisée, en termes d'aménagement et de gestion du milieu, que des accidents d'origine morphoclimatique proprement dits. Ce qui fait problème, c'est moins la dynamique érosive et l'alluvionnement d'un milieu de montagne, qui gênait peu un environnement rural, que la présence même de la ville sur les lieux où s'exerce cette dynamique, ainsi que la façon de la contrôler.

BIBLIOGRAPHIE

- ALULEMA (R.), OJEDA (F.), NOUVELOT (J.F.), POURRUT (P.), 1985 — *Proyecto acuífero de Quito Informe final 1981-1985*. EMAP-Q, PRONAREG, INERHI, ORSTOM ; Quito, multigr.
- CARRERA (B.), 1984. — Mapa de distribución de la población de la ciudad de Quito. « Quito, Aspectos de su dinamismo geográfico » *Documentos de Investigación* n° 5, 1984, 87 p., ; CEDIG, Quito : 7-15.
- CDM, 1977. — (*Camp Dresser & Mc Kee Inc. y Consult. Ass. Ecuatorianos*). — *Planes maestros y Estudios de Factibilidad de los sistemas de Agua potable y de Alcantarillado*. USAID, Quito, 500 p., multigr., 17 chap.
- DE NONI (B.), et (G.), FERNANDEZ (M.A.), PELTRE (P.), 1986 — Accidentes climáticos y gestión de las quebradas de Quito. Analisis del « aluvión » de la Raya del 23 de Enero de 1986, in : *Paisajes geográficos* (Revista del CEPEIGE) n° 17, Quito, Julio 1986 : 25-44.
- DE NONI (B.), et (G.), FERNANDEZ (M.A.), PELTRE (P.), 1988 — Drainage urbain et accidents climatiques à Quito (Equateur). Analyse d'un cas récent de crue boueuse, in : *Cah. Sci. Hum.* 24 (2) : 225-249.
- FEININGER (T.), 1976 — El flujo de escombros en La Gasca. Un informe científico. in : *Boletín de la Sección Nacional del Ecuador ; IPGH*, n° 5-6, Quito, Enero-Junio 1976.
- FERNANDEZ de CASTRO (M.A.), 1987. — El medio físico de Quito : sus limitaciones y su incidencia en la adaptación del hombre. *A paraître dans Documentos de Investigación* n° 8, CEDIG, Quito.
- GOMEZ (N.), 1984. — La Mena II, un barrio de Quito con una lesión congénita, in : « Quito Aspectos de su dinamismo geográfico » *Documentos de Investigación* n° 5, 1984, 87 p. ; CEDIG, Quito : 75-81.
- NOUVELOT (J.F.) POURRUT (P.), 1985. — El Niño. Phénomène océanique et atmosphérique. Importance en 1982-83 et impact sur le littoral équatorien, in : *Cah. ORSTOM sér. Hydrol.*, vol. XXI, n° 1, Paris, 1984-85 : 39-65.
- NOVOA (J.E.), MEZA (M.), MORENO (I.), SANCHEZ (F.), SERRANO (C.), 1987. — Analisis morfodinámico aplicado al diagnóstico de riesgos naturales en los sistemas La Gasca y San Carlos, in : *Paisajes geográficos* n° 18, Quito, CEPEIGE, marzo 1987 : 5-27.
- RYDER (R.), 1984 — Segundo informe técnico « La Mena. II ». Enero 1984, in : « Quito aspectos de su dinamismo geográfico » *Documentos de Investigación* n° 5, 1984, 87 p. ; CEDIG, Quito : 84-87.
- WINCKELL (A.), 1984. — Primer informe técnico « La Mena II ». Enero 1983, in : « Quito Aspectos de su dinamismo geográfico » *Documentos de Investigación* n° 5, 1984, 87 p. ; CEDIG, Quito : 82-83.

Tropiques

lieux et liens



Editions de l'ORSTOM

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

*avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique,
de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales
et du Ministère des Affaires Etrangères*

Sommaire

Présentation - P. PELISSIER ET G. SAUTTER

Avant-propos - P. GOUROU

Liens - C. BLANC-PAMARD, A. LERICOLLAIS, J. GALLAIS,
H. ATTIA

Campagnes en devenir - J.-Y. MARCHAL, O. HOFFMANN,
L. MESCHY, J. PELTRE-WURTZ, J. BOULET, G. DANDROY,
C. SEIGNOBOS, B. ANTHEAUME, V. LASSAILLY-JACOB,
B. CHARLERY DE LA MASSELIERE, J. BOUTRAIS, M.-C.
CORMIER-SALEM, A. LERICOLLAIS, C. BLANC-PAMARD,
M. BENOIT, H. RAKOTO-RAMIARANTSOA, O. SEVIN, B.
TALLET, Y. DEVERIN, J. RAMAMONJISOA, L. DUBOURDIEU.

Autour des villes - J.-L. CHALEARD, A. DUBRESSON, G.
SALEM, M. LE PAPE, C. VIDAL, A. MANOU-SAVINA, P.
PELTRE, G. MAINET, Y. MARGUERAT, J.-L. DONGMO,
J. CHAMPAUD.

Compositions d'espaces - A. SECK, M.-C. AQUARONE,
R. POURTIER, J.-P. RAISON, M. LESOURD, A. GASCON,
M. PORTAIS, E. GU-KONU, C. TAILLARD, A. SAUSSOL,
J. BONNEMAISON, L. CAMBREZY, J. PLYA, G. SAVONNET,
E. BERNUS, J.-C. ROUX, A.-M. PILLET-SCHWARTZ, M. PE-
PIN-LEHALLEUR, A. HALLAIRE, J. O. IGUE, A. SCHWARTZ.

Liste des auteurs

Table des matières