

La vulnérabilité territoriale : une nouvelle approche des risques en milieu urbain

Territorial vulnerability: a new approach of risks in urban areas

ROBERT D'ERCOLE ET PASCALE METZGER

Résumés

L'analyse de vulnérabilité territoriale vise à identifier, caractériser et hiérarchiser les espaces à partir desquels se crée et se diffuse la vulnérabilité au sein d'un territoire. Les politiques de prévention des risques doivent considérer en priorité ces espaces dans la mesure où ils peuvent perturber, compromettre, voire interrompre le fonctionnement et le développement du territoire. L'approche a été développée dans le cadre du programme de recherche « Système d'Information et Risques dans le district métropolitain de Quito », mené entre 1999 et 2004 par l'IRD et la Municipalité de Quito. L'article vise à expliciter cette approche, fondée sur l'identification des enjeux majeurs du territoire et l'analyse de leur vulnérabilité, ainsi que la démarche méthodologique permettant de déboucher sur la cartographie de la vulnérabilité territoriale à Quito.

The territorial vulnerability analysis aims to identify, characterize and prioritize areas from which vulnerability is generated and disseminated in a territory. Risk prevention should give priority to these areas because they can disrupt, jeopardize or interrupt the functioning and development of the territory. The approach was developed under the research program entitled "Information System and Risks in the Metropolitan District of Quito". The article aims to explain this approach, based on the identification of strategic areas of the territory and the analysis of their vulnerability, and the methodology leading to the cartography of Quito's territorial vulnerability.

Entrées d'index

Mots-clés : transmission de vulnérabilités, vulnérabilité spatiale, vulnérabilité urbaine, enjeux majeurs du territoire

Keywords : mapping, transmission of vulnerabilities, spatial vulnerability, territorial vulnerability, risks, Quito, strategic elements of the territory, urban vulnerability

Texte intégral

Introduction

- ¹ Le District Métropolitain de Quito (DMQ)¹ compte près de 2 millions d'habitants sur une superficie de 4 350 km² (figure 1) et son territoire est exposé à de nombreux aléas d'origine naturelle (éruptions volcaniques, séismes, inondations, glissements de terrain et laves torrentielles) et anthropique (stockage et transport de combustibles notamment). Dans ce contexte marqué par la variété et la gravité des aléas, le nombre d'habitants et l'importance économique et politique de ce territoire, la question de la réduction des risques est devenue primordiale pour la municipalité du DMQ, et ce d'autant plus que la réactivation du volcan Pichincha en 1998 a montré la fragilité du système urbain (D'Ercole et Metzger, 2000). Depuis cette crise volcanique, le DMQ est officiellement responsable de la prévention des risques et de la gestion des crises sur son territoire². Compte tenu de l'ampleur de la tâche et d'un budget limité, le souci légitime des autorités municipales est d'optimiser la gestion des risques en ciblant de manière efficace les actions préventives.
- ² Le programme « Système d'Information et Risques dans le District Métropolitain de Quito », développé par l'IRD et la municipalité de Quito entre 1999 et 2004 est né de cette préoccupation. Il est parti du constat que les nombreux documents existants, des cartes d'aléas pour l'essentiel, ne permettaient pas de répondre aux objectifs des décideurs et ce, pour plusieurs raisons. Les informations sur les aléas sont peu mises en rapport avec les actions possibles de prévention qu'elles permettent. Il existe généralement plusieurs cartes pour chaque aléa, à des échelles différentes et avec des couvertures

spatiales variables. Ces cartes sont parfois peu compréhensibles pour le non-spécialiste et ne font pas ou peu référence aux éléments de gestion municipale tels que les services et équipements collectifs ou l'économie urbaine. De ce fait, les seules actions de prévention possibles à partir de ces informations sont de l'ordre de l'évitement ou de la contention de l'aléa (limitation des espaces constructibles, réglementation de la construction, murs de soutènement, endiguement de ravines...), ce qui limite considérablement le champ des politiques de prévention des risques. L'IRD et la municipalité de Quito ont donc réfléchi ensemble à l'élaboration de connaissances scientifiques permettant une gestion des risques à l'échelle de l'ensemble du district métropolitain, qui soient directement mobilisables par les décideurs. L'un des produits de cette recherche est la carte de vulnérabilité territoriale du DMQ.

- 3 La vulnérabilité territoriale renvoie à l'idée qu'il existe, au sein de tout territoire, des éléments localisables susceptibles d'engendrer et de diffuser leur vulnérabilité à l'ensemble d'un territoire, provoquant des effets qui peuvent perturber, compromettre, voire interrompre son fonctionnement et son développement. Dans cette logique, l'analyse de vulnérabilité territoriale vise prioritairement à identifier, caractériser et hiérarchiser les espaces à partir desquels se crée et se diffuse la vulnérabilité au sein du territoire. Elle permet donc de définir les espaces pour lesquels des actions de prévention des risques auraient une grande efficacité, prenant ainsi le contre-pied des interventions habituelles visant la réduction des risques, le plus souvent ponctuelles et choisies de manière contingentes. Ce texte se propose d'abord d'explicitier les apports de la notion de vulnérabilité territoriale avant de retracer les étapes de la construction d'une carte de vulnérabilité territoriale, en s'appuyant sur l'exemple du district métropolitain de Quito.

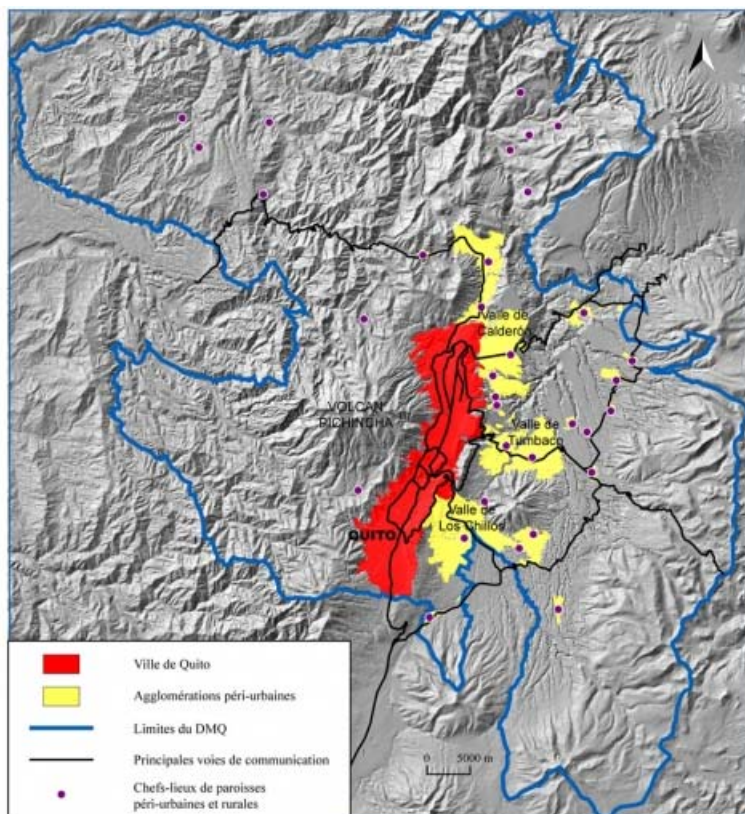


Figure 1 : le District métropolitain de Quito

La vulnérabilité territoriale, entre enjeux et territoire

- 4 La notion de vulnérabilité territoriale découle de l'idée qu'il existe une solidarité de fait entre enjeux majeurs et territoire : les enjeux majeurs sont identifiés par rapport à un territoire, le territoire dépend de ses enjeux majeurs. Ce lien étroit entre enjeux majeurs et territoire implique la transmission inévitable de la vulnérabilité d'un enjeu majeur identifié et localisé, à l'ensemble du territoire. Autrement dit, la vulnérabilité d'un territoire peut s'appréhender par la vulnérabilité de ses enjeux majeurs.
- 5 Aussi, la carte de vulnérabilité territoriale n'est pas une carte d'aléas, même si ces derniers ne sont pas ignorés. Elle n'est pas une carte d'exposition aux aléas superposant des éléments exposés aux espaces supposés concernés par les aléas. Elle n'est pas non plus une carte de vulnérabilité classique qui s'intéresse généralement à certaines composantes du système territorial prises isolément, comme la population, les établissements de santé ou le système d'approvisionnement en eau d'une ville. Cette carte diffère aussi des cartes de risques qui croisent aléas et vulnérabilité pour chercher à identifier les éléments et espaces susceptibles d'être plus ou moins durement affectés par un phénomène dommageable.
- 6 La carte de vulnérabilité territoriale désigne des lieux particulièrement sensibles qui entraînent une vulnérabilité pour l'ensemble d'un territoire, et ce pour deux raisons : d'une part parce qu'ils comportent des enjeux majeurs, indispensables au fonctionnement de l'ensemble territoire, et d'autre part parce que ces enjeux majeurs présentent des formes de vulnérabilité. La démarche qui aboutit à cette cartographie est innovante : elle ne part pas de la cartographie des aléas, comme on le fait habituellement dans les

études de risques, mais de la cartographie des « enjeux majeurs » c'est-à-dire de ces éléments clés qui permettent à l'ensemble d'un territoire de fonctionner, de se développer et de faire face à une situation d'urgence.

- 7 La démarche présente l'intérêt de replacer le champ des risques sur le terrain des décideurs, en portant leur attention sur les enjeux majeurs du territoire, éléments concrets sur lesquels ils ont prise : une station de traitement des eaux, un hôpital, une voie de communication, un lieu de décision, etc. Et c'est à partir de ces éléments, et des espaces sur lesquels ils se situent, que la réflexion sur la vulnérabilité et les risques à l'échelle d'un territoire a pu se développer et s'affranchir des espaces exposés à des aléas. Ce point de vue signifie que l'espace géographique considéré par l'analyse des risques et de la vulnérabilité est celui des enjeux territoriaux et non celui des aléas. C'est donc un espace social qui est objet d'étude et non une étendue délimitée par la connaissance plus ou moins précise de phénomènes physiques. C'est du même coup réaffirmer la légitimité souvent contestée des sciences sociales dans le domaine des risques, en reconstruisant les risques comme un objet social.

Les enjeux dans la connaissance des risques

- 8 Quelques chercheurs se sont penchés sur l'approche spatiale de la vulnérabilité combinant un grand nombre de variables physiques et sociales (Chardon, 1996 ; Cutter *et al.*, 2000 ; Weichselgartner, 2001). Sur leurs terrains respectifs, ils mettent en évidence des espaces où se cumulent des facteurs de vulnérabilité concernant principalement la population et où les conséquences de phénomènes dommageables sont susceptibles d'être élevées. Cependant, l'analyse reste dépendante des aléas : « *the first step in the disaster management cycle is natural hazard analysis* » (Weichselgartner, 2001), et les enjeux majeurs n'apparaissent pas ou sont placés au second plan. Ainsi, l'optique de ces chercheurs est davantage la mise en évidence d'espaces fragiles, pouvant enregistrer les dommages les plus graves en cas de catastrophe. Ce qui est proposé ici n'est pas seulement l'identification d'espaces fragiles, mais également de lieux susceptibles de propager leur vulnérabilité au sein d'un territoire.
- 9 L'approche par les enjeux majeurs n'est pas nouvelle en soi. Le terme « enjeu » apparaît en France vers la fin des années 1980, notamment dans le cadre des études préliminaires à la cartographie réglementaire des risques naturels majeurs (Délégation aux Risques Majeurs, 1990). L'évaluation des enjeux constitue, après la carte informative des phénomènes naturels et la carte des aléas, et avant le plan de zonage, l'une des étapes permettant l'élaboration des Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR). Les enjeux que les guides conseillent d'identifier sont les populations en danger, les établissements recevant du public, les équipements sensibles (centraux téléphoniques, centres de secours) et les voies de circulation susceptibles d'être coupées ou au contraire accessibles pour l'acheminement des secours (MATE et METL, 1997). Dans les pays anglo-saxons, l'accent est plus particulièrement placé sur certains éléments stratégiques comme les « *lifeline* » ou lignes vitales (Platt, 1995 ; Cutter *et al.*, 2000 ; Berdica, 2002). La prise en compte des enjeux majeurs du fonctionnement et du développement d'un système territorial est une idée très récente. Les premières études réalisées en France sur ce thème ont porté sur les villes de Nice (Lutoff, 2000) et d'Annecy (Baussart *et al.*, 2000). Dans ces études, les enjeux couvrent des thématiques nouvelles comme l'économie urbaine, le patrimoine ou la gestion du territoire.
- 10 Mais, bien que pris sérieusement en considération, les enjeux ne se situent pas à l'amont de l'analyse et la démarche reste fondée sur le paradigme fondateur des analyses de risques : l'exposition du territoire à un ou plusieurs aléas. Les éléments exposés sont des éléments particulièrement importants, que ce soit pour la gestion des crises (PPR) ou pour le fonctionnement et le développement d'une ville (études menées à Annecy ou à Nice dans un contexte de risque sismique). On est donc bien dans l'idée d'enjeu majeur mais la logique qui prévaut est limitée à celle de la vulnérabilité de ces enjeux majeurs par exposition aux aléas sans pour autant envisager la question d'une vulnérabilité territoriale liée à ces enjeux.

La transmission de vulnérabilités

- 11 Au contraire, la démarche développée à Quito essaie de mettre en évidence la vulnérabilité territoriale construite par la distribution spatiale et la vulnérabilité des enjeux majeurs. Elle part du principe qu'il existe, au sein de tout système territorial, des espaces qui concentrent des enjeux majeurs, et que, par leur importance et leurs faiblesses, ces espaces sont susceptibles de fragiliser ce territoire. Suivant le contexte, ce peut être l'ensemble du système territorial qui est fragilisé, ou seulement une partie. Parfois la vulnérabilité induite sort du cadre du système territorial immédiat de l'enjeu et affecte un niveau d'organisation supérieur. C'est par exemple le cas des villes qui jouent un rôle particulier à l'échelle nationale en raison de leurs activités économiques ou de leur statut de capitale d'État comme Quito.
- 12 On peut donc parler d'un véritable mécanisme de transmission de la vulnérabilité, de lieux particuliers vers des ensembles territoriaux plus vastes. Cette transmission de vulnérabilité peut se comprendre facilement à partir de quelques événements significatifs. À Quito, l'un des plus probants a été le blocage du centre historique lors du soulèvement indigène de 1999. La Place de l'Indépendance, lieu où se concentrent les pouvoirs politiques, administratifs et religieux fut particulièrement touchée par ce mouvement social et le résultat a été une paralysie du district métropolitain durant trois semaines. En 2003, la défaillance d'un simple relais différentiel dans une station électrique fut à l'origine d'une panne généralisée de plusieurs heures affectant non seulement une grande partie du district mais également plusieurs provinces proches de Quito. C'est l'importance de la station de Santa Rosa dont dépendait alors 70 % de l'électricité consommée à Quito qui permet d'expliquer l'impact considérable d'un événement aussi limité. Cette même année 2003, la rupture de l'oléoduc transéquatorien, pièce vitale mais fragile de l'économie du pays, faillit compromettre durablement l'alimentation en eau potable de plus de 20 % de la population de Quito. La catastrophe fut évitée de justesse grâce à une intervention rapide de l'entreprise

d'eau potable de Quito et à l'existence d'alternatives d'approvisionnement : de nouvelles sources de captage avaient été aménagées depuis quelques années pour régulariser ses capacités de production.

13 Ces exemples montrent comment la perturbation de quelques enjeux ou espaces-enjeux limités en surface – mais majeurs et vulnérables – a pu ou aurait pu affecter le fonctionnement d'une grande ville. D'autres accidents au moins aussi spectaculaires et parfois à l'origine de victimes humaines, sont survenus sans pour autant occasionner d'effets étendus et durables à l'échelle du district. Ainsi, la perforation frauduleuse d'une canalisation de GLP en avril 2003 dans le sud de Quito a été à l'origine d'un gigantesque incendie. Une lave torrentielle a détruit le quartier populaire La Comuna, au nord de Quito en 1997. Mais les effets de ces deux événements sont restés circonscrits aux secteurs où ils sont survenus, sans affecter le reste du territoire, ce qui s'explique par le fait qu'aucun enjeu majeur du district n'ait été affecté.

14 Enjeux majeurs vulnérables, espaces à l'origine de vulnérabilités, transmission des vulnérabilités à l'échelle du territoire, sont les expressions-clés qui caractérisent l'analyse et la cartographie de la vulnérabilité territoriale. Il s'agit d'identifier et de localiser la racine spatiale du risque à partir de la localisation des enjeux majeurs vulnérables et non à partir de la localisation des aléas. Cette démarche permet de déterminer des lieux où les actions préventives seraient les plus efficaces, à la fois pour la population, pour le fonctionnement du territoire dans son ensemble et en terme de coût. Sur le plan conceptuel, c'est un renversement de l'approche habituelle du risque qui non seulement donne la priorité à l'aléa, mais qui, en outre, enferme le champ du risque dans celui des aléas. Dans la démarche proposée, l'idée est d'abord d'identifier ce qu'il faut préserver en priorité (les enjeux majeurs du territoire) avant d'analyser tout ce qui peut fragiliser, altérer ou détruire ces éléments essentiels (c'est-à-dire la vulnérabilité, qui inclut l'exposition à des aléas). La vulnérabilité territoriale est l'aboutissement de cette conceptualisation. La démarche de spatialisation produit une connaissance opérationnelle en désignant les lieux qui entraînent la vulnérabilité de l'ensemble d'un territoire.

La construction d'une carte de vulnérabilité territoriale : exemple du district métropolitain de Quito

15 La méthodologie générale de construction de la carte de vulnérabilité territoriale du DMQ repose sur les quatre étapes de recherche suivantes :

- l'identification des enjeux majeurs et des lieux stratégiques du district métropolitain de Quito ;
- l'analyse détaillée de la vulnérabilité de ces enjeux majeurs ;
- la construction d'une carte de vulnérabilité spatiale, c'est-à-dire une hiérarchie des espaces vulnérables *a priori*, selon leur exposition à des aléas ou la qualité de leur accessibilité ;
- enfin, la synthèse de la vulnérabilité territoriale, c'est-à-dire une cartographie des lieux dont dépend la vulnérabilité de l'ensemble du territoire.

16 La démarche repose sur un long travail de terrain réalisé à Quito au sein du département de planification de la municipalité. Elle s'appuie sur une connaissance concrète des problèmes et des besoins exprimés par les gestionnaires du territoire en matière de gestion des risques, et poursuit un objectif opérationnel. À ce titre, on peut considérer que la démarche est empirique. Cependant, en mettant les enjeux majeurs au centre de la définition du risque, ce sont les approches et les conceptualisations habituelles du risque qui sont remises en cause (D'Ercole et Metzger, 2005). Enfin, elle a donné lieu à des développements méthodologiques appuyés sur un SIG, dans le but d'optimiser l'utilisation des connaissances produites par des recherches de type géographique pour la planification préventive du territoire et la gestion des crises (voir D'Ercole et Metzger 2002, 2004).

La cartographie des enjeux majeurs

17 Le choix des grands domaines d'analyse pour identifier les « enjeux majeurs » s'est appuyé sur une analyse du fonctionnement urbain réalisée conjointement par les scientifiques et les techniciens de la municipalité de Quito. L'objectif est de restituer au mieux l'essentiel des éléments matériels concrets qui font fonctionner l'ensemble du territoire du DMQ (enjeux majeurs de fonctionnement), lui permettent de se développer (enjeux majeurs de développement) et de faire face aux catastrophes (enjeux majeurs de crise). Les nombreux domaines traités ont permis d'envisager la complexité et la diversité des types de données auxquelles on pouvait avoir affaire pour en rendre compte de façon spatialisée. Le tableau ci-dessous répertorie les 22 objets analysés, organisés en quatre grands champs.

ENJEUX TERRITORIAUX DE FONCTIONNEMENT ET DE DEVELOPPEMENT			ENJEUX DE CRISE
Population et ses besoins essentiels	Logistique urbaine		Économie et gestion du territoire
Population	Approvisionnement en eau	Entreprises	Centres de décision et d'intervention
Éducation	Approvisionnement alimentaire	Valeur du sol	Approvisionnement alimentaire et en eau
Santé	Approvisionnement en électricité	Administrations	Appui à la population (soins médicaux, refuges)

Loisirs	Approvisionnement en combustibles	« Capitalité »	Approvisionnement en énergie (électricité, combustibles)
Patrimoine	Télécommunications		Communications (mobilité, télécommunications)
Culture	Mobilité		Éléments utiles en période de récupération

Tableau 1 – Enjeux territoriaux analysés à Quito

- 18 La construction du corpus de données s'est appuyée sur la base de données et le SIG du département de planification de la municipalité de Quito³. Pour chaque thème étudié, la première étape a consisté à actualiser les informations spatialisées permettant de caractériser au mieux chaque enjeu. Dans certains cas, il a fallu les construire de toute pièce. C'est par exemple le cas du thème « capitalité » qui a pour but de prendre en compte tous les éléments indispensables au fonctionnement de Quito en tant que capitale de l'Équateur, dimension essentielle de cet espace urbain. Les informations ont généralement été construites à partir de données recueillies auprès des différentes administrations ou entreprises concernées. Le thème éducation, par exemple, est représenté par une couche d'information ponctuelle comportant tous les centres d'enseignements du district métropolitain, qualifiés par différentes variables quantitatives et qualitatives (par ex : nombre d'élèves, de professeurs, niveaux, statut...). Autre exemple : l'approvisionnement en eau est restitué par plusieurs couches d'information, ponctuelles, linéaires et zonales, représentant respectivement les stations de traitements et les réservoirs, les différents niveaux de réseaux et les aires de dessertes. Chaque entité spatiale répertoriée est caractérisée par des données quantitatives et qualitatives (par ex : volumes, caractéristiques techniques, matériaux, année de construction, etc...). Cette première étape ambitionne une certaine exhaustivité, même si tous les éléments du fonctionnement du système urbain n'ont pas été pris en compte.
- 19 Dans un deuxième temps, pour chaque thème analysé, nous avons recherché les éléments que l'on pouvait qualifier d'essentiels et que nous avons appelés « enjeux majeurs ». Ces enjeux majeurs ont pour particularité d'être indispensables au fonctionnement de l'ensemble du territoire. Ils ont été identifiés à partir d'une hiérarchisation qui prend en compte des critères à la fois quantitatifs, qualitatifs et spatiaux⁴. Ces critères ont été réfléchis spécifiquement pour chaque thème traité, en mobilisant les connaissances techniques et fonctionnelles de nos interlocuteurs dans chaque organisme concerné. La préoccupation était de déterminer les lieux qui permettent à l'ensemble du territoire métropolitain d'assurer ses fonctions sociales, économiques et politiques en période normale et ses fonctions de secours et d'appui à la population en période de crise.
- 20 Pour obtenir une cartographie synthétique des lieux stratégiques du DMQ, où se situent les enjeux majeurs, les résultats ont ensuite été cartographiés, par agrégation dans un découpage de l'espace métropolitain en mailles carrées de 400 m de côté, constituant ainsi une matrice de 28 887 objets géographiques. Chaque maille ou portion de territoire est ainsi caractérisée par la présence ou l'absence d'enjeux majeurs de chaque type (22 au maximum). L'addition permet ensuite de représenter de façon synthétique les espaces de plus ou moins forte concentration des enjeux (figure 2). Ceux-ci se localisent sur près de 10 % du territoire métropolitain mais leur forte concentration sur moins de 1 % du district, en particulier au centre nord de Quito, met en évidence les espaces du DMQ que l'on peut considérer comme stratégiques, à la fois pour son fonctionnement, son développement et pour la gestion des crises. Cette première étape du travail, en identifiant les lieux qui permettent à l'ensemble du DMQ de fonctionner, présente déjà un intérêt certain pour la connaissance du risque et pour les gestionnaires du territoire. Elle permet aussi de situer les lieux de forte concentration d'enjeux ce qui, en soi, constitue un facteur de vulnérabilité du territoire.

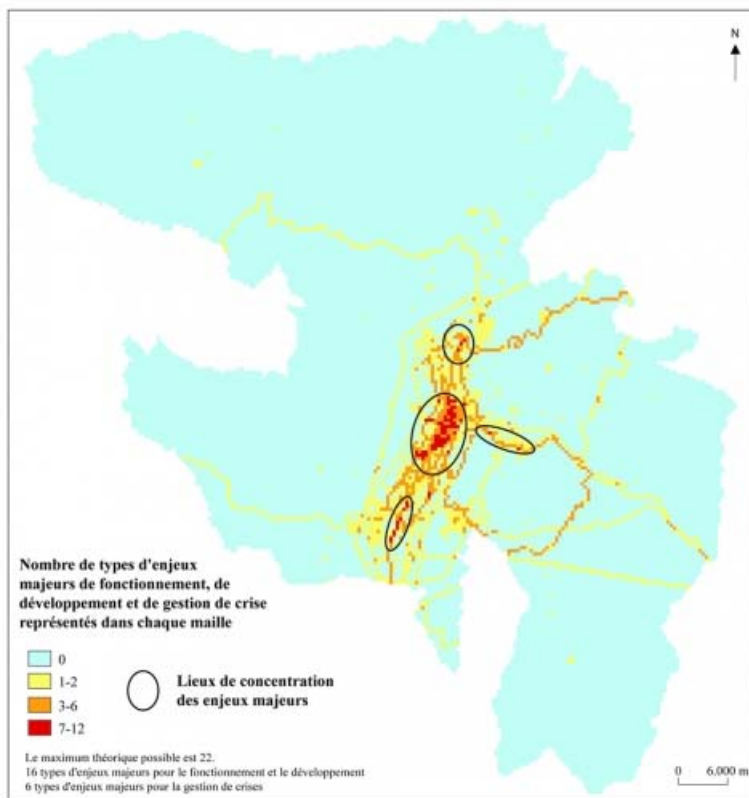


Figure 2 : Les lieux essentiels du fonctionnement, du développement et de la gestion de crise dans le District métropolitain de Quito

L'analyse de la vulnérabilité des enjeux majeurs

21 L'objectif de la deuxième étape de la recherche était d'analyser la vulnérabilité de ces enjeux majeurs. On entend par vulnérabilité d'un enjeu l'ensemble des faiblesses ou défaillances susceptibles de dégrader ou d'interrompre son fonctionnement, voire de le détruire, quelles qu'en soient les causes. De la même façon que pour la détermination des enjeux majeurs, l'analyse de leur vulnérabilité suppose une réflexion propre à chaque objet. Il est bien évident que ce qui fait la vulnérabilité d'une station de traitement de l'eau potable n'a pas grand chose à voir avec ce qui explique la vulnérabilité d'une conduite d'eau (deux objets différents de l'enjeu majeur approvisionnement en eau), ni avec ce qui entraîne la vulnérabilité d'autres types d'enjeux majeurs du territoire comme les hôpitaux ou les entreprises.

22 Les analyses de vulnérabilité ont porté sur six types d'enjeux majeurs : la population, les établissements de santé, le réseau d'électricité, le système d'eau potable, la mobilité et les entreprises. Chaque enjeu étant constitué d'objets spécifiques, l'analyse de vulnérabilité doit être adaptée à chaque cas. Ainsi, les enjeux majeurs de l'approvisionnement électrique sont constitués de lignes et de nœuds clés du réseau, dispositifs techniques particuliers dont la vulnérabilité s'apprécie selon des critères spécifiques. La complexité de la vulnérabilité provenant à la fois de son caractère multidimensionnel et de l'hétérogénéité des objets qu'elle affecte, elle a été réduite en construisant six grandes catégories d'analyse, qui constituent autant de grilles de lecture de ce qui peut rendre un enjeu vulnérable :

- *La vulnérabilité « intrinsèque »* : ce sont les faiblesses propres qui caractérisent chaque enjeu (par exemple : le faible niveau socioéconomique de la population, l'ancienneté des installations, les déficiences des composants des systèmes techniques, la mauvaise qualité du bâti) ;
- *L'exposition de l'enjeu aux aléas d'origine naturelle (un séisme, une éruption volcanique...) ou anthropique (stockage et circulation des produits dangereux...) et sa susceptibilité d'endommagement*. Il s'agit ici de considérer tous les aléas existant. La susceptibilité d'endommagement permet de prendre en compte le fait que les enjeux sont plus ou moins sensibles à certains aléas (par exemple : une conduite d'eau enterrée n'est pas sensible aux chutes de cendres volcaniques) ;
- *La dépendance* : il s'agit ici de relever tout ce dont dépend un enjeu pour fonctionner car le fait que son fonctionnement soit dépendant d'autres éléments ou systèmes contribue à sa vulnérabilité (par exemple, la dépendance des stations de pompes du réseau d'approvisionnement en eau vis-à-vis du système électrique).
- *La capacité de contrôle* : la vulnérabilité d'un enjeu est moindre s'il existe une capacité à détecter les problèmes et à intervenir pour tenter de les résoudre ; la capacité de contrôle peut s'apprécier de différentes manières, en considérant l'existence de systèmes de communications, d'un télécontrôle, la présence de personnel qualifié, l'accessibilité des installations par voie terrestre, etc.
- *Les alternatives de fonctionnement* : la vulnérabilité d'un enjeu est d'autant plus grande que les alternatives à son fonctionnement sont limitées (par ex. : une station de potabilisation pouvant compter sur plusieurs sources d'eau est moins vulnérable que celle qui dépend d'un seul captage).
- *Le niveau de préparation à la gestion des crises*. Il est difficilement envisageable d'éliminer tout à fait les formes de vulnérabilité qui précèdent. Le niveau de préparation à la gestion des situations

d'urgence (plans de gestion de crises, exercices d'évacuations, simulations, systèmes de communication d'urgence, etc.) doit donc permettre de faire face à ce type de situation, ce qui est une manière de contrebalancer les autres formes de vulnérabilité.

23 Ces catégories d'analyse de la vulnérabilité présentent l'intérêt de s'appliquer à tous les enjeux analysés. Elles supposent cependant une réflexion spécifique sur chaque type d'enjeu pour identifier les variables permettant l'évaluation de chacune des dimensions de la vulnérabilité. La construction de ces données s'est appuyée sur les connaissances des différents corps professionnels spécialistes des domaines analysés⁵ et sur des enquêtes⁶. Les couches d'information caractérisant chaque enjeu majeur ont donc été enrichies par des informations restituant ses différentes formes de vulnérabilité. Le cumul des informations caractérisant la vulnérabilité des enjeux majeurs étudiés a permis, pour chaque type d'enjeu, de construire une hiérarchie et de mettre en évidence les éléments particulièrement vulnérables. La figure 3 présente de manière synthétique les espaces dans lesquels se situent les enjeux majeurs vulnérables.

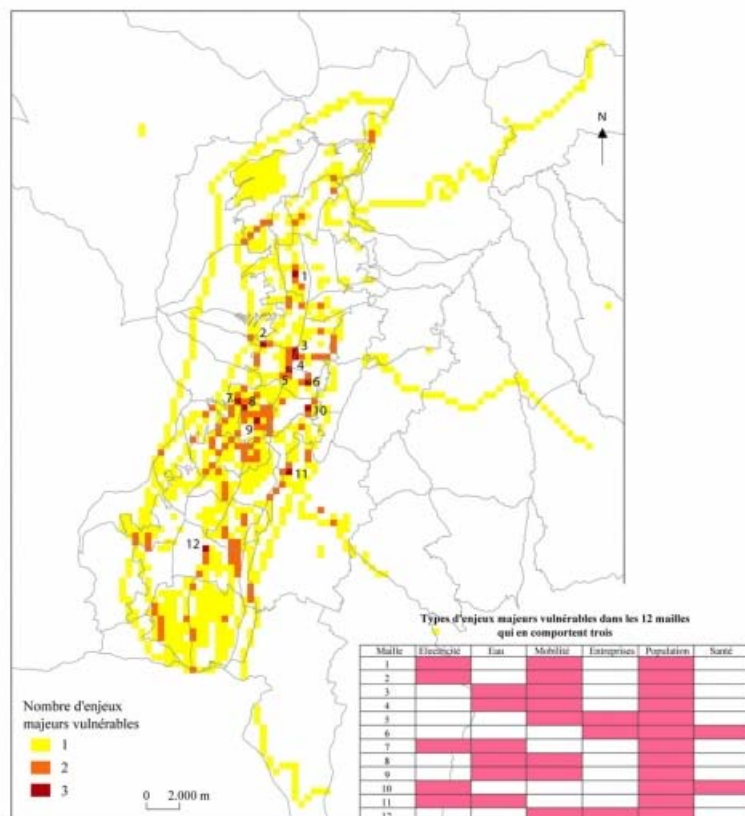


Figure 3 : Localisation des enjeux majeurs vulnérables du district métropolitain de Quito à partir de l'analyse de 6 types d'enjeus majeurs

La vulnérabilité spatiale

24 À ce stade de l'analyse, les données construites ont donc permis d'identifier, d'une part, les lieux où se localisent les enjeux majeurs du DMQ et, d'autre part, un degré de vulnérabilité de certains enjeux. Pour qualifier le reste du territoire et les enjeux majeurs dont la vulnérabilité n'a pas été spécifiquement analysée, nous avons fait appel à une carte dite de « vulnérabilité spatiale » qui rend compte d'un contexte spatial de vulnérabilité susceptible de se transmettre aux enjeux via leur localisation.

25 Ce contexte spatial de vulnérabilité est déterminé à partir de deux critères spatiaux : l'accessibilité et l'exposition aux aléas⁷. On peut en effet considérer que la présence d'aléas ou une faible accessibilité signale l'existence d'une vulnérabilité *a priori* de l'espace et des éléments que ce dernier supporte. Ainsi, un hôpital situé dans un espace caractérisé par une exposition à de nombreux aléas et une mauvaise accessibilité héritera inévitablement de ces deux caractéristiques générales des lieux. Celles-ci renvoient à l'expression uniquement spatiale et succincte de deux des six formes de vulnérabilité exposées ci-dessus, c'est-à-dire l'exposition à des aléas (sans considérer la susceptibilité d'endommagement) et la capacité de contrôle (limitée à l'aspect accessibilité). En l'absence d'une analyse approfondie de la vulnérabilité des enjeux eux-mêmes, cette cartographie de la vulnérabilité spatiale permet donc de la qualifier – au moins en partie – selon la méthode exposée ci-dessus, dans la mesure où la vulnérabilité *a priori* des lieux se transmet aux enjeux par le simple fait de leur localisation. Dans les espaces qui ne comportent pas encore d'enjeus majeurs, cette information est particulièrement utile à la planification du développement territorial.

26 La qualité de l'accessibilité des espaces du DMQ a été déterminée à partir d'une analyse du réseau routier principal qui prend en compte les obstacles orographiques et hydrographiques. Ce travail a débouché sur une carte représentant le territoire du district métropolitain selon un gradient d'accessibilité (Demoraes, 2004). La cartographie de l'exposition aux aléas est une synthèse des données spatiales disponibles en matière d'aléas (sismiques, volcaniques, inondations, glissements de terrain, crues torrentielles et lieux de stockages de produits dangereux) qui permet de qualifier chaque portion du territoire en fonction du nombre, du type et de la gravité des aléas auxquels elle est soumise.

La carte de vulnérabilité spatiale du territoire métropolitain résulte de la combinaison de ces deux critères (figure 4). Elle permet de différencier la vulnérabilité des lieux en fonction des seules données spatiales de présence d'aléas et de qualité de leur accessibilité. Cette analyse présente un intérêt évident pour la planification du territoire, et constitue une approche multi-aléas peu commune dans les études sur les risques.

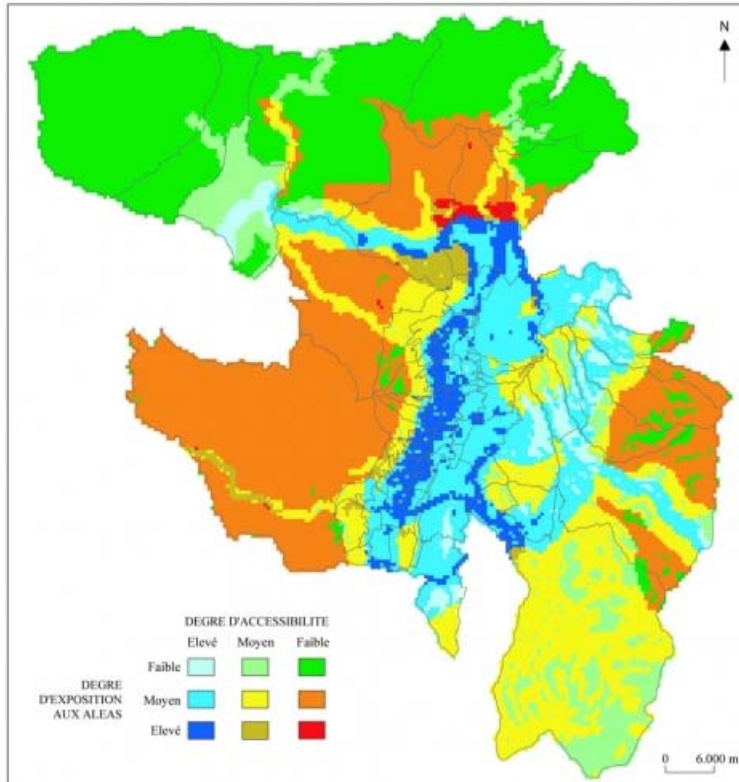


Figure 4 : Vulnérabilité spatiale (aléas, accessibilité) du District métropolitain de Quito. Approche qualitative.

La cartographie de la vulnérabilité territoriale

La carte de la vulnérabilité territoriale ou carte des espaces de génération et de transmission de vulnérabilités à l'échelle d'un territoire est construite par la combinaison des trois types d'informations présentées ci-dessus, concernant à la fois la localisation des enjeux majeurs, la vulnérabilité de ces enjeux et le contexte spatial de vulnérabilité. Les espaces qui suscitent la plus grande vulnérabilité du territoire métropolitain sont d'abord ceux dans lesquels les enjeux majeurs du territoire sont nombreux et dont l'analyse spécifique ou le contexte spatial a montré la forte vulnérabilité. Ces espaces (représentés en couleur brique sur la figure 5) concernent plus particulièrement la partie centrale de Quito, depuis le centre historique jusqu'à l'aéroport et, de manière plus ponctuelle, le sud et le nord de la ville, ainsi que les trois vallées situées à l'est (Calderon, Tumbaco, Los Chillos). Ce sont des lieux qui concentrent de nombreux enjeux majeurs fortement vulnérables. Ces espaces pourraient donc faire l'objet d'une politique de prévention des risques qui profiterait à l'ensemble du territoire métropolitain. D'autres espaces porteurs d'enjeux suscitent de la vulnérabilité (couleur rouge, orange et jaune) mais à un degré moindre, soit parce qu'ils comportent moins d'enjeux majeurs, soit parce que leur vulnérabilité est moins marquée.

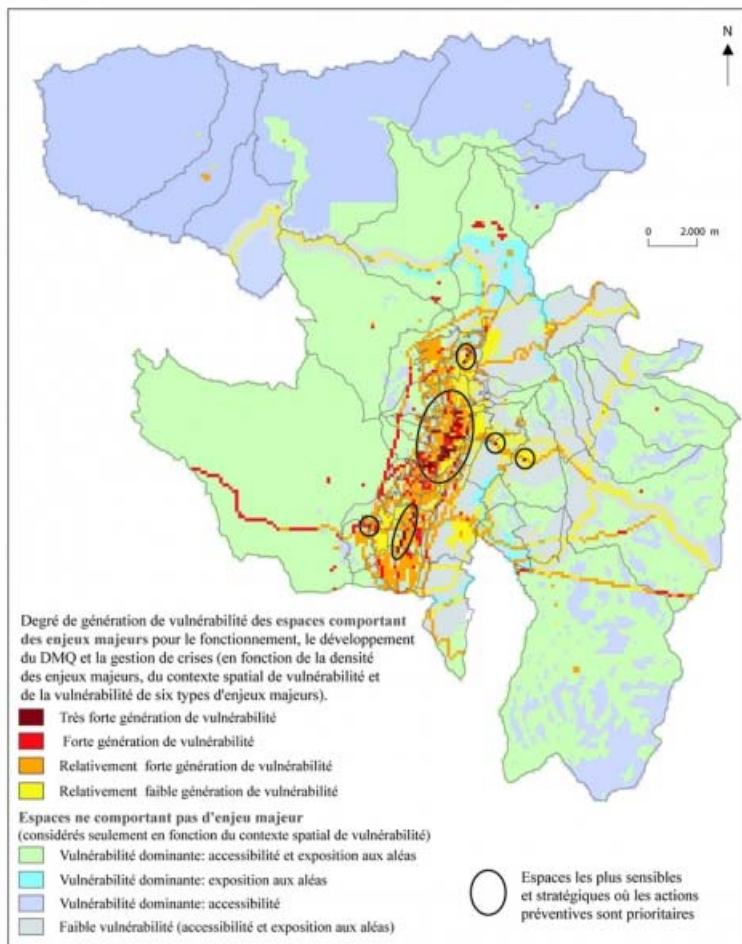


Figure 5 : Vulnérabilité territoriale du District Métropolitain de Quito

29 Lorsqu'il n'existe pas d'enjeu majeur de fonctionnement ou de gestion des crises, c'est le degré de vulnérabilité spatiale qui qualifie les espaces. En termes de planification urbaine préventive, cette représentation cartographique désigne des espaces qui ne devront pas être utilisés pour des équipements futurs d'importance, à moins que des actions soient entreprises pour y réduire la vulnérabilité spatiale, c'est-à-dire la vulnérabilité provenant de l'accessibilité ou de l'exposition à des aléas. Certains espaces, notamment à l'est de la ville de Quito, ne présentent pas – compte tenu des connaissances actuelles en matière d'aléas et de leur accessibilité – de vulnérabilité très marquée et offrent donc un bon potentiel de développement urbain.

30 La carte de vulnérabilité territoriale est une carte synthétique qui peut paraître d'un usage difficile. Sa principale fonction est de désigner les lieux à la fois stratégiques et fragiles qui pourraient faire l'objet de politiques optimisées de prévention des risques. Mais la définition concrète des actions à mener doit s'appuyer sur les informations désagrégées contenues dans la base de données. Détaillée et analytique, associée aux fonctionnalités du SIG, la base de données géoréférencées permet de revenir à l'information initiale et de connaître maille par maille, chaque enjeu majeur existant, la nature de sa vulnérabilité, ainsi que le contexte spatial de vulnérabilité. Ces connaissances sont donc opérationnelles.

Conclusion

31 La notion de vulnérabilité territoriale tente de rendre compte des espaces « générateurs de vulnérabilité » pour l'ensemble du territoire. Elle repose fondamentalement sur deux mécanismes de transmission de la vulnérabilité essentiels pour comprendre le risque sur un territoire : la vulnérabilité d'un enjeu majeur se transmet à l'ensemble du territoire par dépendance, la vulnérabilité spatiale se transmet aux enjeux par localisation. Pour cartographier la vulnérabilité territoriale, trois types de données spatialisées sont utilisées : la vulnérabilité spatiale (ou contexte spatial de vulnérabilité), la localisation et la vulnérabilité des enjeux majeurs. La cartographie de la vulnérabilité territoriale, entendue comme la désignation des espaces qui sont à l'origine de la vulnérabilité de l'ensemble du territoire, constitue une nouvelle forme de représentation spatiale utile pour la gestion des risques. Elle présente l'intérêt de se focaliser sur les enjeux majeurs, objets concrets de la gestion du territoire. La carte de vulnérabilité territoriale débouche sur la mise en évidence de lieux à la fois stratégiques et vulnérables, information cruciale pour toute politique de prévention des risques. Au-delà de la désignation des lieux, l'analyse de la vulnérabilité des enjeux permet d'identifier, pour chaque enjeu majeur et donc au bénéfice de l'ensemble du territoire, des actions possibles de réduction de la vulnérabilité. La réduction de la vulnérabilité d'un territoire peut donc procéder selon plusieurs angles. Ainsi, les politiques de réduction des risques peuvent avoir pour objectif :

- la diminution de la vulnérabilité des enjeux majeurs eux-mêmes, en agissant par exemple sur la vulnérabilité intrinsèque ou la préparation aux situations d'urgence ;
- la réduction de la transmission de la vulnérabilité des enjeux majeurs à l'ensemble du territoire, en limitant les dépendances, en multipliant les alternatives ou en diminuant le poids des enjeux

majeurs sur le territoire ;

- l'atténuation de la vulnérabilité spatiale du territoire, en améliorant l'accessibilité des différents espaces ou en réduisant la probabilité d'occurrence des aléas ;
- la réduction de la transmission de la vulnérabilité spatiale du territoire aux enjeux (en délocalisant ceux qui sont très exposés, en les dispersant ou en améliorant leur accessibilité).

32

Cette démarche de recherche, parce qu'elle a pris sérieusement en considération la question posée par la décision en matière de politique publique de prévention des risques, permet la production de connaissances et de cartes mieux adaptées aux pratiques et aux besoins des décideurs. Elle fournit en même temps une piste pour repenser les risques de manière radicale, en s'affranchissant du carcan conceptuel et opérationnel imposé par la primauté des aléas dans l'approche des risques.

Bibliographie

Baussart O., Cambot V., D'Ercole R., Gnemmi L., Pigeon P. et Wattez J., 2000, *Analyse du système urbain d'Annecy et définition de ses enjeux*. – Rapport non publié, Département de Géographie, Université de Savoie, Chambéry, 96 p.

Berdica K., 2002, « An introduction to road vulnerability : what has been done, is done and should be done ? », *Transport Policy*, vol. 9, no 2, p. 117-127.

Chardon A.-C., 1996, *Croissance urbaine et risques « naturels ». Évaluation de la vulnérabilité à Manizales, Andes de Colombie*, thèse de doctorat, Université Joseph Fourier – Grenoble, 387 p.

Cutter S.-L., MitShell J.T. et Scott M. S., 2000, « Revealing the vulnerability of people and places : a case study of Georgetown county, South Carolina », *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 90, no 4, p. 713-737.

Délégation aux Risques Majeurs, 1990, *Les études préliminaires à la cartographie réglementaire des risques naturels majeurs*, La Documentation française, Paris, 144 p.

Demoraes F., 2004, *Mobilité, enjeux et risques dans le District Métropolitain de Quito (Equateur)*, thèse de doctorat en géographie, Université de Savoie – Chambéry, 587 p.

D'Ercole R. et Metzger P., 2000, « La vulnérabilité de Quito (Equateur) face à l'activité du Guagua Pichincha. Les premières leçons d'une crise volcanique durable », *Cahiers Savoisiens de Géographie*, no 1, Université de Savoie, p. 39-52.

D'Ercole R. et Metzger P., 2002, *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito*, Colección Quito Metropolitano, MDMQ-IRD, Quito, Ecuador, 226 p.

D'Ercole R. et Metzger P., 2004, *Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito*, Colección Quito Metropolitano, MDMQ-IRD, Quito, Ecuador, 496 p.

D'Ercole R. et Metzger P., 2005, « Repenser le concept de risque pour une gestion préventive du territoire » / « Rethinking the concept of risk for preventive land management », *Pangea*, juin-décembre, p. 19-36.

IGM, IPGH, ORSTOM, 1992, *Atlas Infographique de Quito. Socio-dynamique de l'espace et politique urbaine*, IGM, IPGH, ORSTOM, Quito, Paris, 41 planches bilingues (espagnol, français), tabl., graph., 29,7 x 42.

Lutoff C., 2000, *Le système urbain niçois face à un séisme : méthode d'analyse des enjeux et des dysfonctionnements potentiels*, thèse de doctorat, Université de Savoie, Chambéry, 368 p.

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, 1997, *Plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPR). Guide général*, La Documentation française, Paris, 76 p.

Platt R. H., 1995, « Lifelines : an emergency management priority for the United States in the 1990s », *Disasters*, vol. 15, p. 172-176.

Weichselgartner J., 2001, « Disaster mitigation : the concept of vulnerability revisited », *Disaster Prevention and Management*, vol. 10, no 2, p. 85-94.

Notes

1 Quito, capitale de l'Equateur, est située à 2 800 mètres d'altitude au pied du volcan Pichincha. La ville proprement dite compte aujourd'hui environ 1,5 million d'habitants répartis sur 200 km². Le District Métropolitain de Quito (DMQ) est l'entité politique et administrative d'un territoire qui comprend, en plus de la ville capitale, des agglomérations périurbaines, des espaces ruraux et des espaces naturels.

2 Suivant la Loi de Sécurité Nationale (*Ley de Seguridad Nacional*), cette fonction était jusqu'alors assurée par une institution nationale : la Protection Civile Equatorienne (*Defensa Civil Nacional*) qui est actuellement en cours de réforme.

3 La base de données urbaines et le SIG sont le produit d'une collaboration qui s'étend sur une quinzaine d'années entre la municipalité de Quito et l'IRD (ex-Orstom). C'est dans le cadre de cette coopération qu'a été développé le SIG Savane (actuellement SavGIS) par Marc Souris, et réalisé l'Atlas infographique de Quito en 1992 (IGM, IPGH, ORSTOM, 1992).

4 Les critères qualitatifs ou spatiaux permettent de prendre en compte des éléments peu importants sur le plan quantitatif mais qui jouent un rôle spécifique et très utile du point de vue fonctionnel (hôpital offrant une spécialité médicale rare, par exemple) ou spatial (par exemple, un établissement de santé relativement peu important du point de vue quantitatif et qualitatif mais seul à desservir un espace étendu).

5 Plusieurs réunions de travail ont, par exemple, été organisées avec l'entreprise municipale d'eau potable pour construire les données ayant permis d'évaluer la vulnérabilité du système d'alimentation en eau potable.

6 En particulier pour les établissements de santé et les entreprises.

7 D'autres critères spatiaux auraient pu être utilisés comme le contrôle politique du territoire mais ils ne se prêtaient que très partiellement au cas de Quito.

Table des illustrations



URL <http://cybergeo.revues.org/docannexe/image/22022/img-1.jpg>

Fichier image/jpeg, 568k



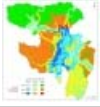
URL <http://cybergeo.revues.org/docannexe/image/22022/img-2.jpg>

Fichier image/jpeg, 296k



URL <http://cybergeo.revues.org/docannexe/image/22022/img-3.jpg>

Fichier image/jpeg, 332k



URL <http://cybergeo.revues.org/docannexe/image/22022/img-4.jpg>

Fichier image/jpeg, 412k



URL <http://cybergeo.revues.org/docannexe/image/22022/img-5.jpg>

Fichier image/jpeg, 520k

Pour citer cet article

Référence électronique

Robert D'Ercole et Pascale Metzger, « La vulnérabilité territoriale : une nouvelle approche des risques en milieu urbain », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Dossiers, Vulnérabilités urbaines au sud, document 447, mis en ligne le 31 mars 2009, consulté le 12 décembre 2011. URL : <http://cybergeo.revues.org/22022> ; DOI : 10.4000/cybergeo.22022

Auteurs

Robert D'Ercole

GéographeIRD Pérourobert.dercole@ird.fr

Articles du même auteur

Vulnérabilités urbaines dans les pays du Sud. Présentation du dossier [Texte intégral]
article 447

Paru dans *Cybergeo : European Journal of Geography*, Dossiers, Vulnérabilités urbaines au sud

Pascale Metzger

GéographeIRD La Réunionpascale.metzger@la-reunion.ird.fr

Articles du même auteur

Analyse géographique et modélisation des dynamiques d'urbanisation à La Réunion [Texte intégral]
article 447

Paru dans *Cybergeo : European Journal of Geography*, Dossiers, Sélection des meilleurs articles de SAGEO 2005

Droits d'auteur

© CNRS-UMR Géographie-cités 8504