

Évolution des risques d'origine naturelle et de leur gestion à La Paz (Bolivie)

Sébastien Hardy¹.

Un mouvement de terrain non prévisible ?

Dans la nuit du 26 au 27 février 2011, un mouvement de terrain, lent mais destructeur, obligeait les habitants de plusieurs quartiers construits sur le versant sud-est de la vallée du torrent Choqueyapu - La Paz à évacuer d'urgence. L'évaluation des dégâts souligne l'ampleur de l'événement : environ 6 000 habitants se sont retrouvés dans des refuges après la destruction ou l'endommagement de leur logement ; de nombreuses infrastructures publiques (écoles, centres de santé, routes, etc.) ont également été détruites et/ou endommagées (Photo 1), dans un espace urbain de plus de 140 hectares (Fig. 1). Ces dégâts ont été évalués à 67 millions d'euros par les autorités du Gouvernement autonome municipal de La Paz (GAMLP).

Par ailleurs, la catastrophe s'est rapidement transmise dans d'autres espaces de la ville, soulignant la différence conceptuelle à établir entre espace de survenue de l'aléa et espace à risques, ce dernier pouvant être très éloigné de l'espace d'occurrence de l'aléa. C'est ainsi que la distribution d'eau potable par réseau, qui alimente environ 300 000 habitants dans la partie sud-est de la ville (réseau Hampaturi-Pampahasi), a été interrompue pendant plusieurs semaines, le mouvement de terrain ayant arraché une canalisation de distribution d'eau potable qu'il a fallu remplacer. Cependant, de nombreuses difficultés géotechniques ont ralenti les travaux de réparation, laissant une très grande partie des quartiers sud-est



Photo 1. Destructions issues du mouvement de terrain du 26-27 février 2011 au flanc de la vallée du Choqueyapu-La Paz (cliché Sébastien Hardy).

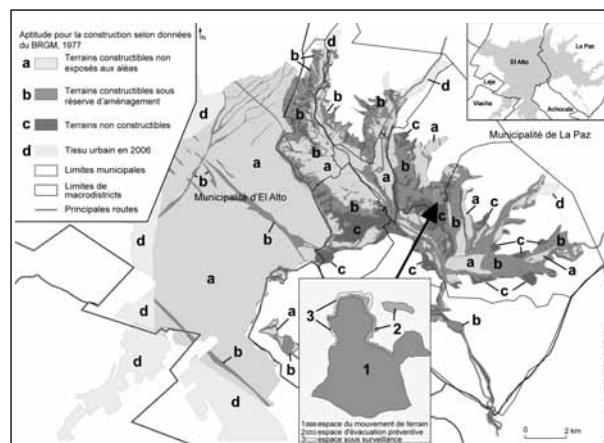


Figure 1. Zonage d'aptitude à la construction sur le territoire de La Paz (élaboré à partir de BRGM, 1977).

de la ville de La Paz sans l'eau habituellement distribuée par le réseau, alors même que de nombreux quartiers sont très éloignés de l'espace d'occurrence de l'aléa.

Or, ces quartiers sont essentiellement habités par la population aisée de la ville, démontrant par-là qu'en termes de risque, une lecture de la vulnérabilité de la population qui ne s'établit que sur des critères économico-sociaux génère des erreurs d'analyse. En effet, la population aisée s'est révélée plus facilement démunie devant les difficultés à s'approvisionner en eau potable que la population plus pauvre, cette dernière se montrant plus apte à trouver des alternatives à la distribution par réseau. Par exemple, la population aisée, moins habituée à s'alimenter via le service de distribution d'eau potable par camion citerne qui a été mis en place, ne s'est pas montrée très habile : difficultés à stocker l'eau et à la gérer en quantité limitée. En revanche, la population plus pauvre vivant dans cet espace de la ville a mieux su stocker l'eau et l'utiliser en moindre quantité.

S'appuyant sur des arguments scientifiques, les autorités municipales ont expliqué la survenue de la catastrophe par les volumineuses précipitations qui sont tombées sur la ville entre la fin de l'année 2010 et le début de l'année 2011. En effet, conséquence du phénomène La Niña, la région andine a reçu des précipitations plus volumineuses qu'à l'accoutumée, et qui se sont concentrées sur quelques semaines. En février, il est tombé le tiers des précipitations annuelles, soit deux fois plus que d'habitude (Hardy et al., 2011). Or, les roches en place dans la vallée

1. Institut de recherche pour le développement (IRD), UMR PRODIG.

creusée par érosion régressive du torrent Choqueyapu-La Paz, sur lesquelles la ville a été construite, sont, dans leur grande majorité, meubles (BRGM *et al.*, 1978 : A2). Les volumineuses précipitations de 2011 n'ont donc donné qu'un petit coup de pouce au déclenchement du mouvement de terrain. Comme souvent, la survenue d'un tel événement était largement envisageable.

À La Paz – grand avantage pour une ville du Sud –, les données géologiques et géotechniques sont déjà très bien documentées, au moins depuis le milieu des années 1970. En effet, suite à un financement de la Banque mondiale, le BRGM², associé au BCEOM³ et au bureau d'ingénierie Prudencio Claros, avait réalisé au profit des autorités municipales pacéniennes une étude intitulée **Plan de développement urbain de la ville de La Paz**. Forte de ses 43 tomes, cette étude pluridisciplinaire mettait en avant, entre autres problèmes, ceux posés par l'urbanisation anarchique d'une vallée aux aptitudes géologiques et géotechniques qui y sont peu favorables.

L'équipe qui a mené l'étude a notamment produit une carte de constructibilité qui constitue une synthèse des caractéristiques du site (géologie, eaux, conditions géotechniques, climat, végétation, usage du sol). Cette carte définit et localise la probabilité de survenue d'aléas – dénommés risques naturels dans l'étude – et l'aptitude des divers espaces à être urbaniser (éventuellement après réalisation de quelques travaux de réhabilitation) au regard de cette exposition aux aléas. L'étude débouchait sur diverses recommandations (tendancielle et volontaristes) regroupées au sein d'un schéma de planification urbaine. Ce dernier était destiné à aider les décideurs urbains pacéniens à formuler des politiques urbaines tenant compte des contraintes et des potentialités pour urbaniser le site (Masure, 1978 : 6).

Malgré ces outils très performants pour la fin des années 1970, ce sont aujourd'hui au moins 7,3% du tissu urbain existant qui sont construits sur des terrains considérés comme non constructibles. Il s'agit aussi bien des versants de La Paz, quartiers où résident des familles aux revenus plutôt faibles, que des quartiers résidentiels aisés de la zone sud-est. Aucune donnée n'est par ailleurs disponible au sujet de l'aptitude des terrains aujourd'hui construits hors de l'espace d'analyse retenu à la fin des années 1970, ce qui constitue tout de même 29,77% de la superficie actuellement construite (Hardy, 2009).

Dans cette perspective, comment expliquer la survenue de cette catastrophe, alors que l'espace dans laquelle s'est produit le mouvement de terrain de février 2011 apparaît très clairement comme non constructible sous aucune condition ? Que s'est-il passé dans la capita-

le politique bolivienne depuis la fin des années 1970 où ces études précises, documentées, et accompagnées de recommandations hiérarchisées ont été menées ?

La pérennité du problème de la gestion des risques d'origine naturelle

Pour répondre à ces questions, partons tout d'abord d'un constat : les événements d'origine naturelle et anthropiques qui ont provoqué des accidents et des catastrophes dans l'agglomération de La Paz⁴ sont nombreux. Entre 1970 et 2007, une analyse de la base de données DesInventar, modifiée à cette occasion, en dénombre 401, dont 77% sont d'origine naturelle. À titre de comparaison, Quito, ville andine aux conditions physiques assez similaires à celles de La Paz, ne dénombre que 272 événements d'origine naturelle pendant la même période (D'Ercole, Hardy, Robert, 2009). Surtout, l'analyse révèle qu'après l'étude menée par le BRGM, le nombre d'événements d'origine naturelle qui ont provoqué des accidents et des catastrophes dans l'agglomération de La Paz a augmenté. On en recense une petite trentaine entre 1975 et 1979, contre plus de 35 sur la période 1980-1984, 52 entre 1985 et 1989, et déjà près de 40 entre 2005 et 2007, c'est-à-dire sur une période plus courte que les autres périodes de l'analyse (D'Ercole, Hardy, Robert, 2009 : 453). Ces données interrogent d'emblée les conséquences du **Plan de développement urbain de la ville de La Paz**. Quels sont les facteurs qui expliquent cette augmentation du nombre d'événements d'origine naturelle à l'origine d'accidents et de catastrophes dans l'agglomération de La Paz, alors que l'étude du BRGM formulait des recommandations précises et détaillées ?

Certes, le site de l'agglomération présente différents inconvénients dont on ne peut que très difficilement s'affranchir. Le processus d'érosion est intense et modèle la profonde cuvette de La Paz. Le réseau hydrologique superficiel et souterrain provoque en effet, avec le ruissellement de l'eau pluviale sur les formations meubles, un intense affouillement, l'instabilité et parfois, le glissement des terrains, ainsi que des fontis. La topographie est donc accidentée, avec des déclivités très fortes qui peuvent dépasser les 70 degrés. Par ailleurs, les précipitations se distribuent sur une période courte : 70% de la moyenne annuelle du volume de précipitation (572 mm) tombent entre décembre et mars (Ramírez *et al.*, 1995 : 394), sous forme de tempête. Elles déclenchent des crues éclair des torrents, puisque les temps de concentration sont réduits dans des cuvettes escarpées, peu protégées par une couverture végétale ténue. Les débordements des torrents provoquent des inondations dans les lits majeurs. Le suin-

2. Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

3. Bureau Central d'Études pour les Équipements d'Outre-Mer.

4. L'agglomération de La Paz est composée des municipalités de La Paz et d'El Alto. Cette dernière est née en 1985 par partition de la municipalité de La Paz.

tement d'eau provenant des aquifères de l'Altiplano⁵ se conjugue alors aux phénomènes décrits antérieurement pour créer, le reste de l'année, les conditions des glissements de terrain. Ces conditions expliquent que les événements d'origine naturelle qui provoquent des accidents et des catastrophes soient nombreux.

Ces contraintes physiques sont considérablement accentuées par l'organisation urbaine. Ainsi, le facteur d'explication le plus facile à mobiliser tient dans l'augmentation démographique et spatiale de l'agglomération. En moins de 60 ans, El Alto a multiplié par plus de 80 sa population, la faisant passer de 11 000 habitants en 1950 à plus de 896 773 habitants estimés en 2008, dépassant le nombre d'habitants de la municipalité historique de La Paz (839 905). En parallèle, la superficie urbaine s'étend, comme à La Paz où, en à peine 30 ans, elle a été multipliée par 5,5, passant de 3 300 hectares en 1976 à 18 009 hectares en 2007.

Cette accroissement de la population et de la superficie favorise une augmentation des déclarations des événements d'origine naturelle qui ont provoqué des accidents et des catastrophes. On en déduit que les modalités de la croissance socio-spatiale alimentent l'endommagement. En effet, les dommages ne sont pas seulement liés aux aléas d'origine naturelle, mais aussi à leurs interactions avec les modalités de croissance urbaine et les intérêts socio-économiques. Par exemple, l'urbanisation progresse toujours plus en direction de secteurs où les aléas sont très actifs. En effet, la ville de La Paz, après avoir occupé la totalité de la cuvette, a eu deux possibilités pour pouvoir s'étendre. Vers l'étage supérieur, c'est-à-dire vers El Alto, sur l'Altiplano, où le climat est rude et où les effets de l'altitude sont difficiles à supporter, mais où il y a beaucoup d'espace urbanisable disponible. Vers l'étage inférieur, c'est-à-dire vers l'espace sud-est, où les effets de l'altitude se réduisent et où le climat est plus agréable, mais où il faut réaliser d'importants investissements pour la construction d'ouvrages de prévention des aléas d'origine naturelle (canalisation des torrents, murs de contention, etc.), dont les résultats sont discutables. Ce premier facteur d'explication va donc à l'encontre de l'étude du BRGM qui prônait à la fois une drastique limitation de l'augmentation démographique et la déconcentration des activités de La Paz en direction des municipalités voisines.

Le deuxième facteur d'explication permet de mieux comprendre pourquoi ces recommandations élémentaires du BRGM n'ont pas été appliquées. En revenant au constat de l'augmentation du nombre d'événements d'origine naturelle qui ont provoqué des accidents et des catastrophes dans l'agglomération de La Paz depuis la fin des

années 1970, on pourrait poser l'hypothèse que les conditions climatiques se sont modifiées et ont entraîné le déclenchement de plus d'accidents et de catastrophes. Au regard des analyses disponibles, cette hypothèse n'est pas convaincante (O'Hare, Rivas, 2005). En revanche, une analyse des facteurs politiques donne de bien meilleures clés de compréhension de la situation. En effet, le **Plan de développement urbain de la ville de La Paz** a pu être réalisé parce que, du milieu à la fin des années 1970, la municipalité a été dirigée par un maire volontariste – Mario Mercado Vaca Guzmán – appuyé par une large majorité au conseil municipal. Ce maire avait souhaité réduire les dommages liés aux risques d'origine naturelle au moyen d'une meilleure planification territoriale, position singulière à l'époque pour un décideur. Suivant une des recommandations de l'étude du BRGM, il a créé un règlement d'usage du sol (USPA) destiné à organiser et à contrôler l'occupation territoriale en établissant par exemple que tout versant dont la déclivité est supérieure à 45 degrés doit être boisé, limitant de fait l'usage résidentiel à une petite partie du territoire.

Toutefois, à partir du début des années 1980, la Bolivie entre dans une phase de grande instabilité politique. Par conséquent, les maires de La Paz se succèdent, ne réussissant pas à construire des majorités leur permettant de rester souvent plus d'un an à la tête de la municipalité. Il en résulte une perte de vision à long terme des politiques publiques et le développement d'un opportunisme électoral. Ce dernier se traduit, par exemple, par un laisser-faire en cas d'invasion urbaine illégale. Par conséquent, les espaces identifiés comme exposés à des aléas d'origine naturelle dans l'étude du BRGM ont non seulement été progressivement urbanisés, mais surtout de manière chaotique. C'est ainsi que les services urbains tels que les réseaux de distribution d'eau potable et de collecte des eaux usées, les réseaux de collecte des eaux de ruissellement pluvial, les réseaux de distribution d'énergie électrique, n'ont souvent pas été installés au préalable en raison de l'illégalité de l'urbanisation. Par la suite, les vagues de légalisations opérées périodiquement par les autorités municipales ne se sont pas souvent accompagnées de l'installation de ces services urbains. Aussi, une population en augmentation s'est-elle retrouvée vivre dans des espaces exposés aux aléas, alors que les aménagements élémentaires destinés à limiter l'occurrence de ceux-ci n'étaient pas mis en place (infiltration des eaux usées dans les roches meubles, etc.). Cette situation explique très largement l'augmentation des déclarations d'accidents et de catastrophes d'origine naturelle dans l'agglomération de La Paz depuis le début des années 1980.

5. Altiplano : nom donné à la région andine qui se caractérise par ses paysages de plateaux situés à haute altitude.

Évolution des approches du risque et des remèdes envisagés

Face aux dommages récurrents qui affectent La Paz et à leur coût, notamment en termes de développement urbain⁶, les autorités municipales, largement responsables de la situation, ont successivement tenté d'apporter des solutions, sans pour autant remettre en cause leurs pratiques. L'impossibilité de déplacer/reloger des populations toujours plus nombreuses vivant dans des espaces exposés aux aléas les a menées à adopter une position de résistance aux aléas. Aussi bien le discours que les outils qui ont été mis en place le montrent. La prédominance de l'approche par résistance aux aléas dans les politiques de gestion des risques réside d'abord dans le développement d'un appareil institutionnel à l'échelle municipale dédié à la recherche de solutions techniques.

C'est ainsi qu'à partir de 1986, avec le soutien de la *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ), les autorités municipales ont essayé de régulariser les torrents des bassins Irpavi et Achumani, situés dans la zone sud de la ville de La Paz, et d'en maîtriser l'érosion. Les ouvrages (murs longitudinaux, brise-énergies) devaient protéger des inondations les zones déjà urbanisées et celles à urbaniser. Ces différentes opérations de construction d'ouvrages les ont amenées à créer une Direction de contrôle et de gestion des bassins (DICOMAC), aujourd'hui Direction spéciale de gestion intégrale des risques (DEGIR), au sein du Bureau d'opérations techniques (OMT) du GAML. Cet appareil de gestion des aléas s'est progressivement constitué en un acteur municipal presque incontournable. Il participe fortement à la définition des politiques de gestion des risques, expliquant la large prédominance de l'approche technique de résistance aux aléas.

Par exemple, il a promu à partir de 2006 un Plan municipal de gestion des risques (*Plan integral de riesgos*), qui se présente en trois volets : l'exécution d'ouvrages hydrauliques, l'entretien des ouvrages existants et la réponse aux situations de catastrophes. Son budget, en 2008, a permis la construction, ainsi que la réparation, d'ouvrages hydrauliques pour un montant de 155 millions de bolivianos⁷ (contre 10 millions les années antérieures) grâce à un crédit de la Banque interaméricaine de développement. Dans la perspective de résistance aux aléas, le GAML a également négocié en 2008 avec la coopération bilatérale de la République fédérale d'Allemagne le financement d'un Système d'alerte précoce (SAT) d'un montant de 1 147 742 \$US. Avec ce système composé de 6 pluviomètres, 28 capteurs radar et 16 caméras de vidéosurveillance, le GAML s'est fixé l'objectif de surveiller le comportement des bassins versants de La

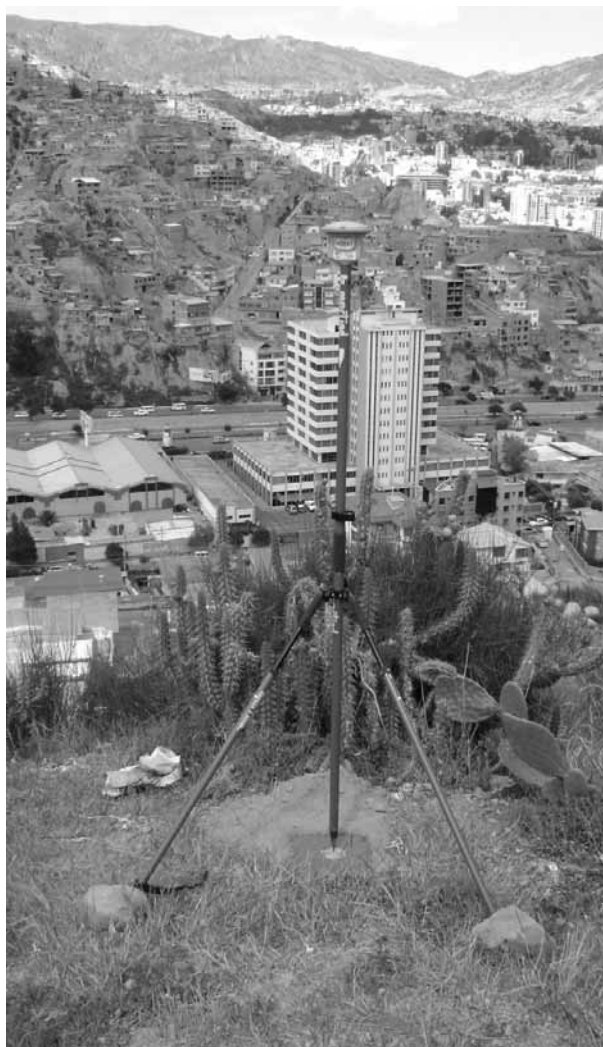


Photo 2. Capteur radar du Système d'alerte précoce (cliché Sébastien Hardy).

Paz, pour être capable de donner l'alerte en cas d'apparition des paramètres de survenue d'un événement potentiellement catastrophique et d'organiser l'urgence. Il est également prévu d'installer progressivement un réseau de capteurs pour suivre automatiquement la dynamique des mouvements de terrain (Photo 2).

En parallèle, le GAML a créé en 2005 une instance de coordination technique (Comité permanent de gestion des risques) pour répondre de manière plus organisée à une situation d'urgence à laquelle participent des fonctionnaires de la DEGIR, de la Direction de la maintenance municipale, du groupe d'interventions d'urgences et des fonctionnaires des mairies décentralisées. Cette instance permanente organise annuellement ses activités en fonction d'une gradation en quatre niveaux de l'alerte, qui détermine les grandes lignes d'actions à mettre en œuvre. Ces dernières peuvent aboutir à la mobilisation de

6. Une étude du Programme de renforcement municipal a établi qu'entre 1981 et 1985 le coût moyen annuel des dommages était de l'ordre de 5 000 000 \$US, c'est-à-dire l'équivalent de 1,5% du PIB de la municipalité (Ayala, 2005).

7. Le taux de change moyen euros/bolivianos en 2008 : 1€ = 8 bolivianos.

l'ensemble du personnel du GAML (comme pour l'événement de février 2011), ainsi qu'au recours à des mesures d'attribution de marché public municipal d'urgence. Il s'agit donc d'une instance de gestion des urgences très orientée vers des solutions techniques et organisationnelles, destinée à mieux planifier les travaux d'ingénierie en fonction des dommages constatés et de leur récurrence.

L'instance permanente de coordination technique se double d'un Centre municipal d'opération d'urgence (COE), dont la mise en place s'est progressivement opérée, à partir de l'expérience de gestion de la crise provoquée par l'orage de grêle de février 2002 (Hardy, 2009). Mais ce renforcement de l'approche technique des politiques de gestion du risque à La Paz s'explique en partie par l'absence de réflexion approfondie sur les événements passés qui, quand elle est menée, souligne beaucoup plus le rôle des facteurs de la vulnérabilité. Quand cette réflexion est menée, elle débouche souvent sur des mesures contradictoires qui renforcent parfois l'exposition aux aléas. Par exemple, alors qu'il a identifié des zones à risques sur l'ensemble de son territoire, le Conseil municipal a voté l'ordonnance municipale 186/2005 qui réduit de 15% l'imposition des parcelles situées dans ces zones, pour satisfaire les demandes de leurs habitants qui ont souhaité couvrir le coût des dommages sur leurs biens. Cette réduction d'impôts représente un moindre recouvrement de l'ordre de 3 millions de bolivianos par an (375 000 \$US) pour la municipalité, alors même que les dégâts dans ces zones lui imposent de lourds investissements en ouvrages défensifs. Surtout, cette ordonnance donne un signal ambigu aux populations de La Paz, qui pourraient l'interpréter comme une incitation fiscale à vivre dans des zones reconnues à risques.

Si des erreurs ont été et continuent à être commises à La Paz, elles s'expliquent en mobilisant deux autres échelles d'analyse. En effet, sommée de grossir pour faire face à la concurrence des autres grandes villes boliviennes, la municipalité a favorisé l'urbanisation des secteurs identifiés comme non aptes, en y construisant des ouvrages d'ingénierie fort coûteux censés protéger de l'occurrence d'aléas. Elle a aussi mis en place un système de surveillance du comportement des terrains et des tor-

rents, mais sans mettre en place en parallèle des plans d'évacuation des populations, sans organiser ses propres moyens de secours. Outre ces mesures, pour gérer les risques, il est nécessaire de changer d'échelle, c'est-à-dire qu'il faut passer d'une échelle de gestion municipale à une échelle de gestion métropolitaine, en incluant notamment El Alto, seule municipalité de l'agglomération disposant de terrains facilement urbanisables. Mais pour des raisons historiques, la coopération entre les deux municipalités s'avère difficile. Enfin, un changement d'échelle implique des politiques volontaristes, notamment en termes de transport, de logement et d'amélioration des services, ce qui dépasse les compétences municipales, et nécessiterait l'implication de l'échelon national.

Bibliographie indicative

- Ayala R., 2005 : *Política de Gestión de Riesgos del GMLP*. La Paz, GMLP, 88 p.
- BRGM, BCEOM, Prudencio Claro, 1977: « Aspectos físicos y ambientales: geología y aguas ». *Plan de desarrollo urbano*, Ciudad de La Paz, tomo 1.
- D'Ercole R., Hardy S., Robert J., 2009 : « Balance de los accidentes y desastres ocurridos en La Paz, Lima y Quito (1970-2007) ». *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 38 (3), 433-465.
- Hardy S., 2009 : « Las políticas de gestión de riesgos en La Paz. Panorama y perspectivas ». *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 38 (3), 755-775.
- Hardy S., Ronchail J., Ribstein P., 2011 : « Glissements de terrain dévastateurs ». *Sciences au Sud*, n°58, 1.
- Measure P., 1978 : « Présentation générale de l'étude ». *Planification, habitat, information*, n°91, 6-9.
- O'Hare G., Rivas S., 2005 : The landslide hazard and human vulnerability in La Paz City, Bolivia. *The Geographical Journal*, vol. 171, n°3, 239-258.
- Ramirez E., Mendoza J., Salas E., Ribstein P., 1995 : Régimen espacial y temporal de las precipitaciones en la cuenca de La Paz. *Bulletin de l'IFEA*, 24(3), 391-401.