Sébastien Hardy

Atlas de la vulnérabilité de l'agglomération de La Paz

IRD Éditions

Sébastien Hardy

ATLAS de la vulnérabilité de l'agglomération de LA PAZ

Avant-propos de Patrick Pigeon

IRD Éditions
Institut de recherche pour le développement
Marseille, 2013

Atlas réalisé au service cartographie de la direction de l'information et de la culture scientifiques pour le Sud, IRD France-Nord.

Coordination éditoriale
Catherine Valton

Cartographie
Stéphanie Guislain, Catherine Valton

Relecture
Yolande Cavallazzi

Maquette, mise en pages et couverture
Catherine Valton

Responsable du service cartographie
Marcia Mathieu de Andrade

Toutes les photographies de l'atlas ont été prises par Sébastien Hardy.

Couverture :

La Cordillère Royale, avec le Huayna Potosí (6 088 m), domine le plateau andin où se développe à plus de 4 000 m la ville d'El Alto, l'en haut de l'agglomération.

Dans la vallée du Choqueyapu dominée par El Alto, la ville de La Paz, l'en bas de l'agglomération, s'adapte à la topographie contraignante en se densifiant.

Quatrième de couverture :

Les catastrophes endommagent fréquemment l'agglomération et nécessitent des moyens de secours pour gérer les situations d'urgence.

La loi du 1er juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1er de l'article L. 122-4).
Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

ISBN : 978-2-7099-1828-2

© IRD, 2013

Sommaire

Remerciements 5

Avant-propos 7

Introduction 11

Les en bas et en hauts de l'agglomération pacénienne

Chapitre 1 - Deux municipalités, un territoire urbain

Qu'est-ce que l'agglomération de La Paz ? 22

Planche 1 - Les limites administratives 22

Planche 2 - La densité de population en 2001 24

Planche 3 - La collecte et le traitement des déchets 27

Planche 4 - La production et la distribution d'eau potable 32

La dynamique urbaine 37

La distribution de la population à deux moments différents 37

Planche 5a - La population de nuit

Planche 5b - La population de jour

Planche 6 - L'évolution de la tache urbaine 1976-2006 43

Le poids démographique de La Paz et El Alto 48

Planche 7 - L'évolution de la hiérarchie urbaine bolivienne 50

Des populations socialement différenciées 54

L'analyse de deux images satellitales : La Ceja 1956 et 2006 54

La structure de la population 56

Chapitre 2 - Un ensemble urbain vulnérable

Les événements survenus 60

Planche 8 - L'orage de grêle du 19 février 2002 60

Deux événements typiques des accidents et catastrophes 64

Une vulnérabilité liée à l'exposition aux aléas 67

Planche 9 - Les conditions physiques 67

Planche 10 - Les espaces exposés à l'occurrence d'aléas d'origine naturelle 70

Planche 11 - Les aléas anthropiques : la dangerosité des activités 74

Une vulnérabilité liée à l'accessibilité 78

Planche 12 - L'accessibilité : un facteur non négligeable de vulnérabilité 78

Une population vulnérable 84

Planche 13 - Les constructions en adobe 84

Planche 14 - Les foyers sans pièce spécifiquement dédiée à la cuisine 88

Planche 15 - Les foyers non connectés au réseau public de distribution d'électricité 90

Planche 16 - Les foyers non connectés au réseau public de distribution d'eau potable 92

Planche 17 - Les foyers sans téléphone 94

Planche 18 - Les foyers sans véhicule automobile 97

Planche 19 - La population récemment installée dans l'agglomération 100

Planche 20 - La population faiblement instruite 103

La population jeune et âgée 106

Planche 21a - La population de moins de 6 ans

Planche 21b - La population de 65 ans et plus

Une vulnérabilité liée aux éléments du fonctionnement urbain 110

Planche 22 - L'approvisionnement en énergie électrique 110

Chapitre 3 - Des politiques de prévention à la préparation aux catastrophes

La prévention par planification 116
Planche 23 - La constructibilité 116

Une multitude d'actions pour pallier l'inopérationnalité de la planification préventive 120
Planche 24 - Les programmes de prévention 120
Planche 25 - Le système d'alerte précoce 125

Comment améliorer la politique de gestion des risques ? 129
Planche 26 - Le Centre d'opération des urgences (COE) 129
Planche 27 - Les centres de santé 134
Planche 28 - Les centres de santé 24 h/24 137
Planche 29 - Les services de secours incendie 140

Comment une réflexion sur les ressources aboutit-elle à une compréhension de la vulnérabilité territoriale ? 145
Planche 30 - L'exposition aux aléas des centres de santé 145
Planche 31 - L'accessibilité des centres de santé 148
Planche 32 - L'accessibilité du Centre d'opération des urgences (COE) 151

Conclusion générale 155

Liste des sigles 158

Bibliographie 159

Tables 164

Remerciements

Cet ouvrage qui restitue quelques résultats des activités de recherche scientifique menées dans le cadre du programme PACIVUR de l'Institut de recherche pour le développement a été réalisé avec le concours de très nombreuses personnes en Bolivie et en France, que je souhaite ici remercier.

En premier lieu, je remercie les nombreux organismes publics et privés qui ont accepté de répondre aux enquêtes, de fournir des informations et des données pour la réalisation de cet ouvrage. Je suis conscient des contraintes qui pèsent sur les responsables de ces organismes dont les pas de temps sont très différents de ceux d'une équipe d'un projet de recherche. Mais grâce à leur participation, cet ouvrage peut restituer une recherche dont la ligne de mire est d'œuvrer, aussi modestement soit-il, au développement. Pour cela, la recherche a cherché à s'ancrer dans le concret en partant du fonctionnement quotidien de l'agglomération de La Paz, lequel nous a été transmis par ceux qui le connaissent bien, en particulier : EPSAS S.A., *Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad*, *Camara Departamental de Industria de La Paz*, SEDUCA, SEDES La Paz, INE, COLINA, SABENPE, TERSA, BRGM, *Unidad de Bomberos* de La Paz et *Unidad de Bomberos* d'El Alto (PNB).

Les personnels de l'administration municipale de La Paz et de celle d'El Alto se sont tout particulièrement rendus disponibles pour collaborer aux travaux de recherche, sous des formes très diverses. Sans la forte implication de Marcelo Arroyo qui a su faire bouger les lignes au sein des services de la mairie de La Paz, sans l'aide de Carlos Condori du COE d'El Alto, cet atlas n'aurait probablement pas vu le jour, faute de données. Au-delà, je tiens à assurer de toute ma reconnaissance les maires de La Paz – Juan del Granado Cosio puis Luis Revilla Herrero – et le maire d'El Alto – Fanor Nava – qui ont accepté et autorisé avec beaucoup d'enthousiasme toute cette aventure dans l'agglomération. Ils m'ont fait confiance, alors même que je ne pouvais pas souvent garantir où déboucheraient les travaux.

Par ses fonctions comme par sa fine compréhension de l'intérêt des travaux menés, Franklin Condori du *Viceministerio de Defensa Civil* m'a ouvert de très nombreuses portes, facilitant considérablement la collecte de données.

Ma sincère gratitude s'adresse à toutes les personnes qui ont donné de leur temps, ont contribué avec leurs connaissances et qui d'une manière ou d'une autre, m'ont soutenu. Il s'agit parfois d'un simple habitant de l'agglomération rencontré lors d'une visite de terrain. L'échange que nous avons pu avoir lui aura peut-être semblé insignifiant, mais il aura sûrement contribué à nourrir la réflexion et les connaissances sur le fonctionnement quotidien de l'agglomération.

Je remercie particulièrement les étudiants qui ont participé à ce projet de recherche. En effet, une des missions de l'IRD est de former des jeunes à la recherche par la recherche. Le projet de recherche mis en place à La Paz par l'équipe du programme PACIVUR a donc apporté un soin très scrupuleux à impliquer des étudiants dans les activités de recherche. D'une manière ou d'une autre, leurs travaux, dont les références apparaissent en bibliographie, ont contribué à alimenter le projet de recherche.

Ces étudiants sont issus d'institutions boliviennes Diana Rojas Morales, Julia Sillo Condori, Adhemar Conde Cosme (*Universidad Mayor de San Andrés*) ; Yuly Ramirez Linachi, Paulino Tarqui (*Universidad Mayor* de El Alto) ou européennes Adrien Bourbon, Jean Vettraino (université Paris 1-Panthéon-Sorbonne) ; Gauthier Chol, Jérémy Jégouzo (université Paul-Valéry-Montpellier 3) ; Vincent Préioni (université de Franche-Comté) ; Élodie Combaz, Kévin Pereira, Nicolas Pernet (université Aix-Marseille) ; Lucie Million (École nationale de travaux publics de l'État) ; Juliette Berger, Leïla Hamidi (université de Tours) ; Clément Kamouly (École normale supérieure de Lyon) ; Simon Gallais (université d'Orléans) ; Chloé Barret (université de Savoie) ; Michael Eichholz (Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn). Ils ont bénéficié de diverses bourses d'études, dont celles destinées aux étudiants andins de l'Institut français d'études andines. Leurs travaux sont essentiels car réunis, ils forment un ensemble cohérent de données et d'analyses qui permettent d'offrir l'éclairage que propose cet ouvrage sur l'agglomération de La Paz.

La participation des étudiants a été rendue possible grâce à mes collègues universitaires, comme ceux de mon laboratoire Prodig ou ceux de Bolivie (Javier Nuñez-Villalba, Bertha Gozálvez, Godofredo Sandoval), qui ont joué un grand rôle en m'adressant et en co-encadrant ces étudiants.

Patrick Pigeon, géographe de l'université de Savoie, ainsi que Pauline Gluski, Pascale Metzger, Pierre Vernier et Robert D'Ercole de l'équipe PACIVUR, ont contribué à l'élaboration de ce travail par leurs remarques critiques et constructives, leurs coups de main dans certains traitements et je les en remercie, de même que Yolande Cavallazzi qui a bien voulu relire le document final. Dominique Couret, géographe de l'IRD, a accordé beaucoup d'attention à mon travail et a formulé des suggestions afin de l'améliorer.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance au personnel de l'IRD : à la fois le personnel du siège, de la représentation en Bolivie et du centre France-Nord à Bondy. Chacun à son niveau a participé à cette recherche et a eu à cœur de déployer les missions de l'IRD. Le personnel administratif m'a permis de travailler sur place en mettant tout en œuvre, dans la mesure de ses moyens, pour que les conditions de cette recherche soient optimales. Le personnel technique m'a, de son côté, gratifié d'une aide multidimensionnelle, faite de compétences de très grande qualité accumulées dans le temps long de l'histoire de l'établissement. J'adresse en particulier mes profonds remerciements au service cartographie de l'IRD (Direction de l'information et de la culture scientifiques pour le Sud) : Marcia Mathieu de Andrade, Catherine Valton, Élisabeth Habert, Stéphanie Guislain et Éric Opigez. Que leur patience et leur professionnalisme soient aujourd'hui récompensés.

Avant-propos

Avec son *Atlas de la vulnérabilité de l'agglomération de La Paz*, Sébastien Hardy nous convie à une réflexion sur les liens entre la gestion des risques et l'urbanisation de la capitale bolivienne. Précisons immédiatement que son objectif est aussi de contribuer à la prévention des désastres. Pour ce faire, il mobilise plusieurs années de travaux de recherche, menés dans le cadre de l'IRD, avec l'appui de l'équipe PACIVUR, et les relations qu'il a pu développer avec les institutions locales. C'est dire immédiatement combien il s'agit d'une réflexion murie sur la durée, confrontée régulièrement aux problèmes que pose la prévention des désastres, une nécessité géopolitiquement très sensible. Notamment parce qu'elle exige des bilans des politiques antérieurement menées, et qu'il est toujours délicat de faire ressortir leurs limites. Ce sont pourtant elles que le titre de l'atlas suggère.

En effet, pourquoi centrer l'*Atlas sur la vulnérabilité de l'agglomération de La Paz* ? Comme ont pu le vérifier d'autres travaux menés sous d'autres cieux, le bilan que défend Sébastien Hardy fait ressortir l'impossibilité d'éliminer les aléas, ce malgré la multiplicité des programmes de travaux correctifs qui concernent, notamment, la municipalité de La Paz. Dès l'introduction de l'atlas, la figure 2 attire l'attention sur les limites de ces travaux de correction, qui marquent pourtant si visiblement les paysages de l'agglomération, tout particulièrement le long des torrents et rivières torrentielles.

Est-ce que cela signifierait l'impasse des politiques structurelles ? Le prétendre supposerait d'admettre que les travaux de correction n'auraient aucunement contribué à l'intensification de l'urbanisation que connaît l'agglomération pacénienne. Ce n'est pourtant pas ce que nous montrent, entre autres, l'illustration 14, tout comme la planche 23 sur la constructibilité. La chenalisation, malgré ses limites que reconnaît désormais largement la bibliographie sur la prévention des désastres, permet de gagner des terrains urbanisables aux dépens du lit majeur des cours d'eau, et elle contribue à réduire les fréquences des inondations par débordement. Ces avantages, parmi d'autres, permettent de comprendre que ce type de politique apparaisse au premier plan sur la planche 24 concernant les programmes de prévention. Il n'empêche que ces travaux de correction ne peuvent aucunement éliminer tout dommage. Du reste, l'illustration 36 montre très clairement la reconnaissance officielle, à La Paz, des limites que présentent les ouvrages de correction structurelle.

La planche sur les programmes de prévention fait aussi ressortir le différentiel entre La Paz et El Alto, la première étant privilégiée. Malgré les évidentes disparités physiques entre les deux communes majeures de l'agglomération, que fait ressortir le très esthétique bloc-diagramme de la planche 9, l'antériorité de l'urbanisation sur La Paz contribue certainement à expliquer un tel différentiel. La planche 6 sur l'évolution de la tache urbaine le confirme et c'est ce que suggèrent aussi les

multiples cartes sur l'équipement des ménages. Les travaux de correction, malgré leurs limites, constituent un accompagnement de l'urbanisation, qu'ils contribuent à densifier. L'atlas porte un message que l'on pourrait aussi trouver ailleurs : il y aurait plus de risques à ne pas occuper des territoires à risques identifiés (mais lesquels et pour qui ?) et on attend des travaux de correction qu'ils réduisent ces risques identifiés. Surtout que l'évolution démographique de La Paz est aujourd'hui bien inférieure à celle d'El Alto, et même, si l'on change d'échelle, à celle de la ville concurrente principale, sur le plan économique, Santa Cruz de La Sierra. Densifier l'urbanisation et la défendre peut donc apparaître d'autant plus essentiel aux yeux des édiles et des gestionnaires de La Paz. Mais le processus permet tout autant de préparer de futurs désastres, c'est-à-dire des événements de fréquence rare et d'intensité comparativement élevée, qui dépassent les capacités des sociétés locales à y faire face. L'atlas de la vulnérabilité prend alors tout son sens.

Dans ces conditions, il devient essentiel d'accompagner ces politiques de lutte contre l'aléa, et leurs limites du reste reconnues, en renforçant la prévention des crises. Et cela suppose un approfondissement des connaissances concernant les facteurs de vulnérabilité. On peut souscrire à l'affirmation selon laquelle l'urgence et la crise occupent désormais le cœur de la réflexion. C'est le cœur de l'approche que présente ici Sébastien Hardy, en accord avec les travaux de recherche que mène l'équipe PACIVUR, comme, par exemple, avec la thèse de Jérémy Robert sur Lima (Robert, 2012).

Mais l'approfondissement de la connaissance pose un double problème, qui est celui de sa constitution et de son acceptation par les acteurs participant à la gestion de la crise.

La constitution. Comme le montre Sébastien Hardy, la thématique de l'accessibilité est plurifactorielle, et elle est aussi très difficile à évaluer. La question est pourtant fondamentale, comme le montre l'accessibilité inégale aux centres de santé. En effet, la répartition des centres de santé est moins importante en situation de crise que la capacité inégale de pouvoir y accéder. D'où l'importance du bilan que présente la planche 31, très originale.

L'acceptation. En effet, il existe déjà dans l'agglomération pacénienne un centre d'opération des urgences pour chacune des deux municipalités principales de l'agglomération. Toutefois, comme le souligne Sébastien Hardy, les municipalités « n'ont pas nécessairement réfléchi à la vulnérabilité de la structure elle-même ». Notamment, sur les 120 acteurs du Centre d'opération des urgences, 70 sont localisés dans des secteurs posant des problèmes d'accessibilité. Comment ce type de diagnostic peut-il être reçu par les institutions concernées ? Surtout qu'il

suppose plus de collaboration entre deux communes qui ne travaillent pas nécessairement ensemble. L'atlas attire aussi l'attention sur la nécessité d'accorder la morphologie de l'agglomération à sa gouvernance politique, dans le sens d'une plus grande intégration de gestion.

Au total, l'*Atlas de la vulnérabilité de l'agglomération de La Paz* apparaît comme une contribution majeure à l'évolution des politiques qui visent à prévenir les désastres. Il offre un panorama très clair de la situation en 2013, construit en lien avec les acteurs locaux qu'implique la gestion des risques. Et il confirme qu'une agglomération comme celle de La Paz développe la capacité à repérer, et à intégrer, les limites des politiques antérieurement menées. En ce sens, on pourrait prétendre que l'atlas contribue, potentiellement, à augmenter la résilience de l'agglomération, c'est-à-dire, à prévenir les désastres, à limiter l'intensité des futurs dommages. Même si la bibliographie internationale reconnaît aussi que l'augmentation de la résilience ne permet jamais d'éliminer tout désastre.

On peut bien relever les limites des politiques prévenant les désastres, mais il serait tout aussi utile de se poser la question de savoir ce que serait le bilan humain et économique de cette agglomération, entre autres, s'il n'y avait pas de capacité à reconnaître ces limites et à essayer de les atténuer. C'est sans doute à cela que sert la recherche de Sébastien Hardy, comme l'atlas qu'il présente aujourd'hui, autant de manière fondamentale qu'appliquée.

Patrick Pigeon
Professeur des universités
Université de Savoie - UMR Edytem

Introduction

Les en bas et en hauts de l'agglomération pacénienne

Quand un voyageur débarque à La Paz, d'où qu'il vienne – ou presque (les Yungas sont des impasses au transport de masse) – et quel que soit le moyen de déplacement pour lequel il aura opté, il commence par traverser la ville d'El Alto située sur l'Altiplano bolivien, pour ensuite entamer une descente sur les versants abrupts d'une profonde vallée qui se termine en cul-de-sac et où s'est développée la ville de La Paz (illustration 1). Sur le plan de la mobilité, la ville d'El Alto est donc complètement indissociable de celle de La Paz, à petite mais aussi à grande échelle : le transport, ne serait-ce qu'à cause de son organisation générale, rend les deux villes dépendantes l'une de l'autre (figure 1). Par exemple, presque toutes les lignes de transport collectif relient El Alto à La Paz et d'ailleurs, la plupart des entreprises qui assurent le transport collectif sont installées à El Alto et leurs chauffeurs y résident.

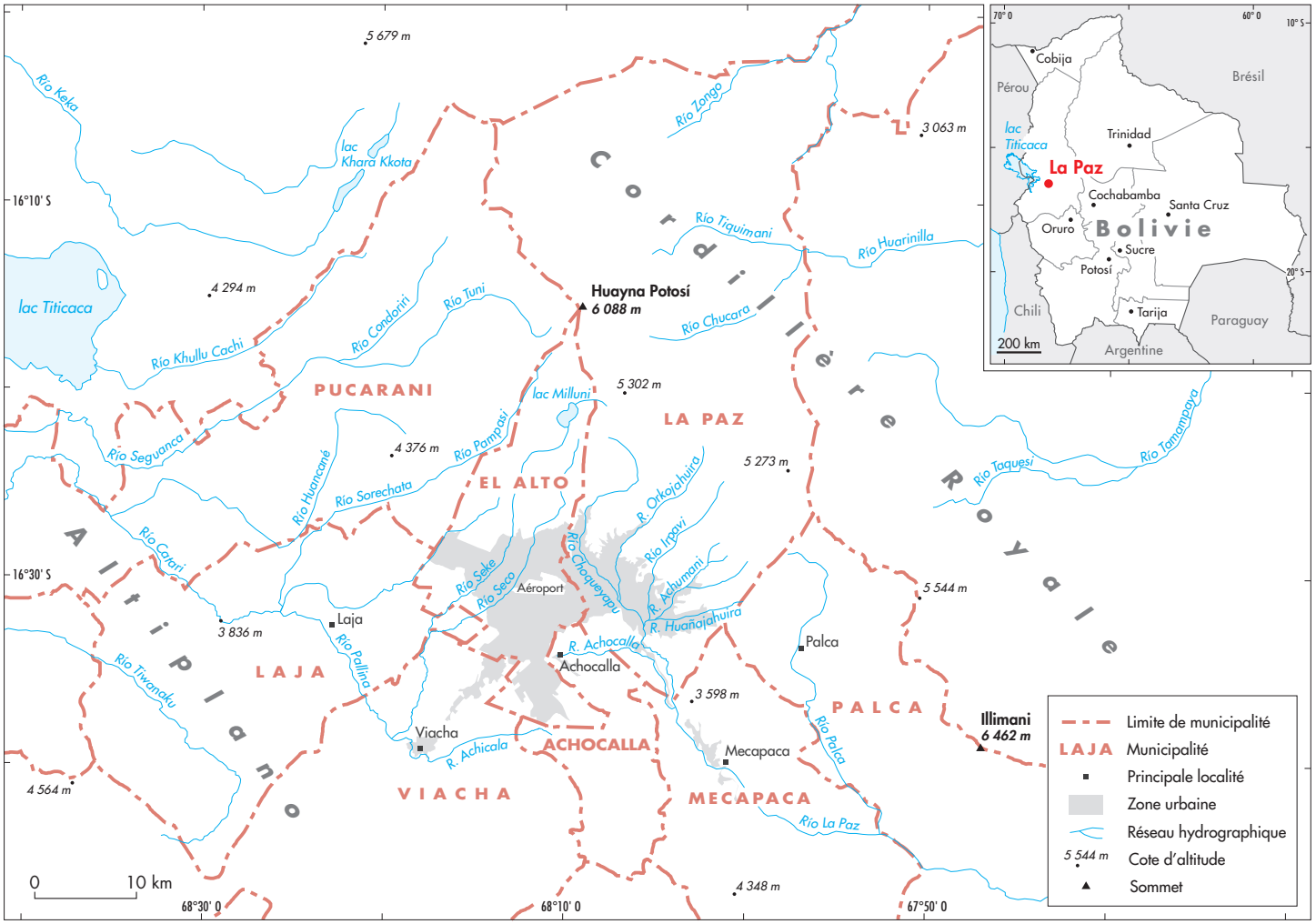
© IRD/S. Hardy

Illustration 1

L'atterrissage à l'aéroport de l'agglomération de La Paz permet de distinguer El Alto (plat) et La Paz (la cuvette).

El Alto présente toutes les caractéristiques de la ville périphérique. Prise de manière globale, elle est le dortoir de la population la plus pauvre des deux villes. Elle héberge également les activités les plus nocives et les plus consommatrices d'espace. Elle est nettement sous-équipée, aussi bien en réseaux (eau, électricité, voies de circulation, etc.) qu'en équipements collectifs (guichets administratifs, espaces verts, établissements scolaires, établissements de santé, etc.). Les habitants d'El Alto – les Alténiens – ont donc l'obligation de se rendre assez fréquemment à La Paz, de « descendre à la ville » comme ils désignent ce déplacement.

Du côté des habitants de La Paz, les déplacements vers El Alto sont beaucoup moins fréquents. De fait, rares sont les Pacéniens qui ont une bonne connaissance du territoire alténien. Souvent, au mieux, ils le traversent pour sortir de La Paz, pour aller vers les autres villes boliviennes, jusqu'au Pérou ou au Chili, en utilisant les bus interurbains ou en accédant à l'aéroport international. Quelquefois, ils s'aventurent jusqu'à La Feria 16 de Julio, le marché le mieux



Source : carte topographique IGM (Bolivie), feuille La Paz (SE 19-3), 1/250 000, 1969

Figure 1
L'agglomération de La Paz en Bolivie

achalandé de toute la Bolivie qui s'y tient deux fois par semaine, pour dénicher ce qui n'est pas trouvable à La Paz. Une poignée de Pacéniens, pour l'essentiel des personnes très diplômées, occupent des emplois de cadre dans des entreprises installées à El Alto.

Mais le rapport n'est pas seulement celui d'une complémentarité fonctionnelle, finalement plutôt classique, entre une ville centre, La Paz, et sa périphérie urbaine, El Alto. La thématique des risques et de la vulnérabilité urbaine permet de le démontrer. En effet,

quand survient un événement d'origine naturelle ou anthropique qui provoque une situation de catastrophe, ce n'est pas seulement l'espace endommagé qui doit être pris en compte, mais aussi l'espace où l'événement survient et l'espace où ses conséquences directes et indirectes se déploient. C'est donc l'ensemble du tissu urbain qu'il s'agit de considérer à partir d'interactions plus complexes que celles de la complémentarité fonctionnelle. C'est pourquoi il convient de s'intéresser aux en bas et aux en hauts de l'agglomération pacénienne, dans une analyse qui embrasse les deux villes à la fois puisque le couple La Paz-El Alto est à la fois dissocié et indissociable sur le plan morphologique, fonctionnel, socio-économique et culturel.

Risque, aléa, vulnérabilité

La thématique des risques d'origine naturelle ou anthropique apparaît chaque jour comme toujours plus actuelle. En effet, les dommages qu'ils engendrent augmentent année après année (Blaikie *et al.*, 1994 ; Dubois-Maury et Chaline, 2002 ; Pelling, 2003 ; Pigeon, 2007) et interrogent les modèles de développement à travers le monde (Davis, 2006).

Face à cette situation, la réponse la plus usuelle s'est construite à partir d'une définition du risque établie autour du couple aléa-vulnérabilité, qui a abouti à intervenir essentiellement sur l'aléa (Pigeon, 2005 ; Metzger et D'Ercole, 2009a ; Hardy, 2009a). En effet, une grande partie des travaux de recherche s'attache à établir une meilleure connaissance de l'aléa, alors même que cette approche se révèle très insuffisante (Hardy, 2009a). Cette dernière ne permet pas d'aborder efficacement la complexité et l'incertitude (Pigeon, 2007). Dans ce contexte, il est pertinent de reporter la question des risques sur la compréhension de ce qui fait la vulnérabilité (D'Ercole *et al.*, 2009a).

Dans les villes des Suds, la vulnérabilité est en forte mutation et s'intensifie dans la plupart des cas. Cette vulnérabilité n'est pas seulement la susceptibilité à subir des dommages, mais aussi la propension des sociétés urbaines à les engendrer, à les amplifier, à en faire les vecteurs de nouvelles vulnérabilités (D'Ercole *et al.*, 2009a). Cette dynamique particulière est la conséquence de plusieurs facteurs : une exposition croissante à des aléas destructeurs du fait d'une forte expansion urbaine ; une transformation urbaine qui n'intègre pas les conditions locales de développement ou qui n'est pas pensée sur le long terme ; une hausse de la pauvreté et de l'exclusion sociale ; une diminution des moyens alloués au développement urbain préventif qui rend, entre autres choses, les systèmes de gestion des crises souvent inopérants.

Les situations d'urgence et de crise et leur gestion

De ces constats, il résulte que s'il est utile de maintenir le cap d'une recherche sur la prévention, notamment pour améliorer la planification urbaine préventive, il est devenu essentiel de réfléchir sur les situations d'urgence et sur la manière d'améliorer les systèmes de gestion des crises[1], pour ne pas abandonner les villes, notamment celles des Suds, à leur sort.

Or, dans ce domaine, la recherche a très peu abordé les dimensions spatiales et territoriales de la gestion des crises qui permettent pourtant d'éclairer la complexité des situations d'urgence et l'incertitude qui les caractérise, compte tenu de la multiplicité et de l'imbrication des espaces, des acteurs et des territoires engagés dans une gestion de crise. Cette démarche peut facilement déboucher sur des outils de planification préventive centrés sur l'urgence et la crise.

1 ▸ Les crises correspondent à « des situations de dérèglement organisationnel et de désordres en chaîne qui affectent le social, l'économique et l'environnement » (Dubois-Maury et Chaline, 2009). « Elles sont des ruptures ou des fortes perturbations, dans des dimensions matérielles et logistiques, mais aussi économiques, sociales et/ou sanitaire » (Metzger et D'Ercole, 2009a).

On trouve dans l'agglomération de La Paz des informations sur la gestion de crise, mais elles sont dispersées entre institutions, sous différents formats. Dans de nombreux cas, il ne s'agit que d'informations préliminaires, incomplètes ou insuffisamment détaillées, parfois géoréférencées mais sans métadonnée de qualité, etc., pour être utiles à la prise de décision la plus efficace possible. Surtout, ces informations ne sont pas organisées dans une base unique, de manière à déboucher sur des produits (cartes, données, analyses) facilement utilisables, actualisables, et utiles pour la préparation et la prise de décision devant un événement.

Par ailleurs, les fragilités actuelles dans le champ préventif ne sont pas compensées par une capacité suffisante pour gérer les situations d'urgence et de crise. S'il existe des Plans de prévention, aucune coordination entre les différents acteurs des différents espaces de l'agglomération n'a été réellement pensée, malgré les liens territoriaux qui existent.

Pourtant, l'efficacité de la gestion d'une crise dépend en grande partie de la qualité de l'articulation entre les nécessités de secours situées dans les espaces vulnérables et l'offre de ressources de maniement de la crise. Il s'agit donc de se positionner dans l'urgence et de développer une réflexion sur ce qui est utile et essentiel pour la réponse et la récupération rapide. C'est pourquoi un des produits de la base de données de PACIVUR[2] a été la production de cartes thématiques pour aider à la réponse et la récupération, ainsi qu'à l'évaluation de la vulnérabilité de l'agglomération devant l'impact d'un événement.

La démarche et l'intérêt de la recherche scientifique en coopération

En février 2008, le Gouvernement autonome municipal de La Paz (GAMLP[3]) et l'Institut de recherche pour le développement (IRD) ont signé une convention de coopération scientifique et technique dans le but de mener en commun des travaux de recherche sur la vulnérabilité dans l'agglomération de La Paz[4] en Bolivie. Ces travaux de recherche s'inscrivent plus globalement dans ceux du programme PACIVUR.

Cette coopération s'illustre parfaitement dans cet ouvrage puisqu'il présente les résultats de travaux réalisés à la fois par des chercheurs expérimentés, des opérationnels municipaux et par de jeunes chercheurs, andins et français. Par le biais de bourses (en particulier de l'Institut français d'études andines-IFEA), d'aides à la recherche (de l'IRD) et d'un terrain (l'agglomération de La Paz) – véritable laboratoire d'expériences dont l'accès a été facilité par le GAMLP –, tous ont pu mener des travaux portant sur la thématique de la vulnérabilité et du risque afin de renforcer le potentiel andin de recherche sur une question aux conséquences si importantes pour le développement des sociétés de la région. Même si chaque chercheur du programme PACIVUR en Bolivie a travaillé sur une facette particulière de la vulnérabilité dans l'agglomération de La Paz, les travaux des uns ont alimenté ceux des autres : l'esprit d'équipe a permis à chacun d'avancer sur sa propre voie tout en faisant avancer celle de l'autre, au bénéfice de la compréhension de la vulnérabilité de l'agglomération.

En s'associant avec un gestionnaire des risques (GAMLP), la démarche de recherche envisagée a volontairement pris un tour très appliqué, sans pour autant renoncer à son objectif scientifique de généralisation. Seulement, il ne s'est pas agi de réfléchir au risque de manière théorique, mais plutôt d'observer ce qu'il est pour le gestionnaire, de l'analyser avec lui à partir du terrain pour, en retour, pouvoir mettre en œuvre une démarche de recherche qui puisse déboucher sur des résultats utiles et si possible utilisables

2 ▸ Programme andin de formation et de recherche sur les vulnérabilités en milieu urbain, UMR-8586 Prodig IRD, université Paris 1.

3 ▸ Il s'agit de la désignation de l'administration de la municipalité.

4 ▸ On peut considérer, à partir de l'examen de la bibliographie existante (Cuadros, 2003 ; Benavides, 2005 ; Blanes, 2006 ; Hardy, 2009a), que d'autres municipalités participent à l'agglomération, comme Viacha, Achocalla, Mecapaca, Laja, Palca, Pucarani. Par exemple, Achocalla approvisionne une bonne partie de l'agglomération en produits alimentaires, Viacha en matériaux de construction, etc.

parce qu'applicables, pour le partenaire. On n'en espère pas moins que la démarche contribue à sa manière à alimenter une réflexion plus théorique sur ce qu'est le risque.

Un des produits du programme PACIVUR a donc été la construction d'une base de données géoréférencées, dont l'objectif est de réunir, créer, organiser des informations utiles pour aider à la préparation de l'agglomération de La Paz à l'hypothèse de l'occurrence d'un événement catastrophique. Il s'est agi en particulier de faciliter la prise de décision des différents acteurs politiques, administratifs et opérationnels de la gestion de crise. L'objectif était d'aider à améliorer la connaissance et le maniement de l'information sur le risque en lien avec la préparation, la réponse et la récupération en cas de catastrophe.

Cet ouvrage n'est pas une conclusion d'un programme de recherche scientifique en coopération. Certes, il synthétise différents travaux de recherche sur l'agglomération de La Paz qui ont été menés dans le cadre d'une convention de coopération scientifique et technique. Mais en réalité, il n'est qu'un premier bilan, établi pour son caractère pédagogique, à destination du partenaire, mais aussi plus généralement des gestionnaires des risques dans les pays du Sud et du Nord, ainsi que des autres chercheurs qui s'intéressent à cette thématique.

En effet, l'intérêt de la recherche pour le développement réside dans l'utilité de résultats issus d'une démarche scientifique qui a été pensée à plusieurs niveaux. D'abord, le bilan qu'établit cet ouvrage atteindra son but si l'analyse de la vulnérabilité et du risque qui y est menée soulève l'intérêt des gestionnaires de l'agglomération pour qu'ils alimentent ensuite leurs décisions à partir de ces premiers résultats et qu'ils ressentent l'intérêt de poursuivre la réflexion tracée. On souhaite également que l'ouvrage s'insère et trouve sa place dans la production scientifique sur le thème du risque, mais aussi qu'il diffuse la réflexion scientifique d'une équipe de recherche.

L'agglomération de La Paz : véritable laboratoire sur les vulnérabilités en milieu urbain

L'agglomération de La Paz présente de multiples intérêts pour une équipe de chercheurs qui souhaite travailler sur la vulnérabilité et le risque en milieu urbain. Ils seront déclinés au fil de l'ouvrage, mais on peut déjà évoquer les principaux.

À la fin des années 1970, l'équipe municipale en place avait entrepris une réflexion sur le risque d'origine naturelle et ses liens avec le développement urbain en commandant une étude : une ligne de crédit de la Banque mondiale lui avait alors permis de réunir une équipe composée de géologues, d'hydrologues, d'économistes, d'urbanistes, de géographes, français et boliviens, qui avait remis plusieurs mois plus tard le *Plan de Desarrollo Urbano* (BRGM *et al.*, 1977).

En février 2008, lorsqu'ont débuté les travaux de recherche dans le cadre de la convention de coopération signée entre le GAMLP et l'IRD, le constat était celui d'une forte augmentation de l'urbanisation dans l'agglomération de La Paz depuis la fin des années 1970, dans des zones non aptes à l'urbanisation (Hardy, 2009c). Parallèlement, on a observé que les événements – certains mineurs, d'autres catastrophiques – n'ont pas cessé d'endommager la ville (D'Ercole *et al.*, 2009b). L'orage de grêle du 19 février 2002 est de ceux qui ont fortement marqué les esprits. On se souvient également du glissement de terrain dans le secteur de Llojeta de mars 2003, sûrement parce qu'il s'est produit un an après l'orage de grêle de 2002. Mais qui se

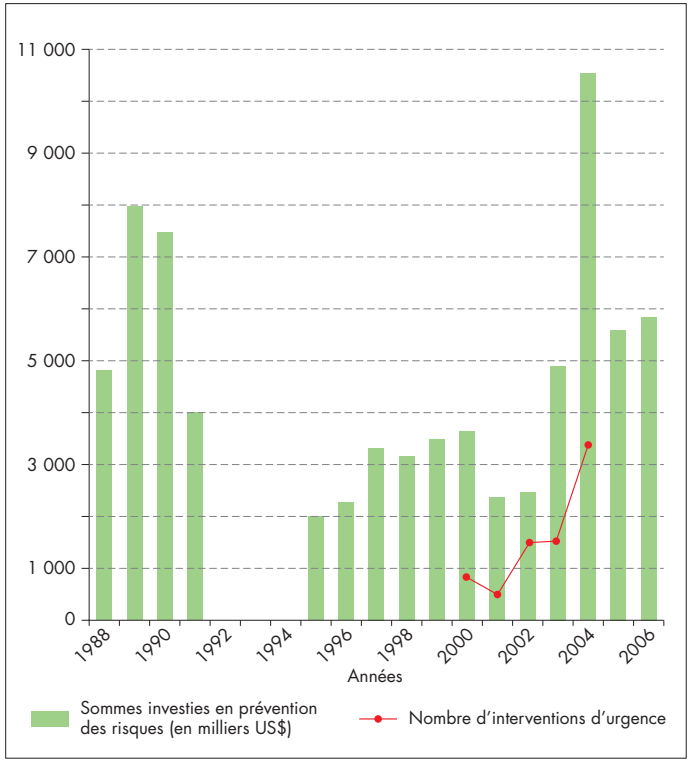
souvient des glissements qui l'ont précédé : janvier 1981, décembre 1982, avril 1986, janvier 1987 (Desinventar, 2007) ? On a oublié ces événements parce qu'ils ne revêtent pas les attributs de la catastrophe – c'est pourquoi on les qualifie de mineurs. Pourtant, les dommages accumulés que représentent ces événements ne sont pas négligeables.

Face à cette situation, les services municipaux n'ont eu d'autre choix possible que celui de parer à l'urgence en construisant des ouvrages d'ingénierie destinés à résister aux dynamiques des processus physiques (aléas). Les sommes investies dans la construction de ces ouvrages de résistance ont été importantes.

Pourtant, les ouvrages n'ont pas permis d'inverser la tendance d'augmentation des dommages. Pour la municipalité de La Paz, il se profile même une tendance – qui demande encore à être minutieusement vérifiée (sur une plus longue période que celle de 2000 à 2004 pour laquelle les données sont pour l'instant disponibles) – où la courbe de l'endommagement suit étroitement la même évolution que celle de la construction des ouvrages (figure 2), fait déjà observé sur d'autres terrains (Pigeon, 2007).

Même si elle semble paradoxale, cette situation s'explique parmi les facteurs d'interprétations possibles. Le contexte politique bolivien de la fin des années 1970 et de la décennie 1980 n'a pas permis à la ville, qui héberge le gouvernement bolivien, de mettre en œuvre toutes les conclusions de l'étude composée de 43 tomes qu'elle avait commandée à la fin des années 1970. C'est pourquoi l'urbanisation a continué de progresser et souvent dans des espaces pourtant identifiés comme inconstructibles.

Le *Plan de Desarrollo Urbano* a toutefois modifié en profondeur l'état d'esprit face au risque des différents



Source : Dossier estadístico del municipio de La Paz 2000-2005

Figure 2
Interventions d'urgence effectuées par le GAMLP et investissement en prévention des risques

services de la municipalité de La Paz susceptibles d'intervenir : compréhension de la nécessité de réglementer l'usage du sol en fonction de l'aptitude des terrains à être construits (elle-même établie en fonction de la dynamique des processus physiques : glissement de terrain, inondation, érosion, etc.) et construction d'ouvrages d'ingénierie (digues, drains, gabions, etc.) pour entraver les processus physiques d'endommagement.

Le contrôle du sol n'ayant été que très partiellement mis en place[5], les gestionnaires des risques n'ont plus eu qu'un recours : la construction d'ouvrages d'ingénierie. Or, jusqu'à présent, les ouvrages de protection, aussi utiles soient-ils dans certains cas, ont montré des limites

5 Déjà avec la création du ministère de l'Urbanisme et du Logement, le parti du Mouvement national révolutionnaire (MNR) avait initié la distribution de terrains situés en périphérie urbaine à ses partisans (faisant presque de ces derniers des prébendés), sans prendre en compte les conditions d'habitabilité dans ces périphéries (Mayorga, 1997 : 228) et en particulier, l'exposition aux menaces dans le cas des versants de la vallée de La Paz. Par la suite, l'instabilité politique des années 1980 et 1990 a renforcé l'occupation non contrôlée des périphéries urbaines de La Paz. Par exemple, entre 1987 et 1997, la municipalité de La Paz a été dirigée par treize maires différents (jusqu'en 1994, le mandat de maire était très court : deux ans [Baby, 1995 : 55]). La compétition pour l'accès au pouvoir a poussé les gestionnaires politiques à autoriser par vague la légalisation de terrains occupés sur les versants (GMLP, 2007) pour s'assurer une base électorale, une fois de plus sans prendre en compte l'exposition aux menaces. Une fois au pouvoir, les maires prenaient souvent conscience du problème du risque, mais ils n'étaient pas véritablement en mesure de mettre en place un plan de gouvernement pour y répondre et de le faire respecter (Mayorga, 1997 : 287-288).

considérables (Dauphiné et Provitolo, 2007). Ils ont même soulevé quelques questions concernant leurs effets non prévus sur l'augmentation des dommages (Pigeon, 2005). Au regard de ce constat, on peut se demander pourquoi la municipalité de La Paz a emprunté une voie qui consiste à intensifier l'urbanisation en dépit des dommages ?

Avec cet ouvrage, nous posons l'hypothèse que le contexte bolivien contraint fortement la municipalité de La Paz et explique la politique de gestion des risques dans l'agglomération. Pendant une bonne partie du XXe siècle, La Paz a en effet très largement dominé la hiérarchie urbaine bolivienne. En 1900, le recensement de population indiquait que sur les 22 villes les plus peuplées du pays, La Paz occupait le premier rang, avec une population trois fois plus nombreuse que la deuxième (Potosí). En 2001, elle n'occupe plus que le deuxième rang : Santa Cruz de La Sierra, quinzième ville en 1900 est désormais première ; El Alto, qui n'existait pas en 1900, est aujourd'hui troisième[6] (Baby, 1995 ; Montes de Oca, 2005 : 62).

L'hégémonie de La Paz a donc été progressivement concurrencée, à deux échelles. D'une part, sur la scène nationale, à partir du milieu des années 1950, Santa Cruz de La Sierra draine vers elle de plus de plus de migrants provenant des plateaux andins attirés par son développement économique. D'autre part, à l'échelle de l'agglomération, à partir de la réforme agraire de 1953 et de manière incontestable dès le début de la décennie 1980, l'espace constructible devient rare à La Paz, faisant d'El Alto le réceptacle de la croissance urbaine.

Confrontée à une situation où la croissance diminue, réduisant d'autant les possibilités d'augmentation des recettes fiscales, les autorités de La Paz ont réagi en faisant preuve d'un profond laisser-faire dans l'urbanisation du site, quand elles ne l'ont pas favorisée par des travaux de protection dont l'efficience reste pourtant à démontrer. En agissant de la sorte, elles ont toutefois limité la perte d'attractivité de la ville, au prix d'une augmentation de la manifestation des risques dans La Paz, mais aussi à El Alto.

Cette hypothèse a mené l'équipe de chercheurs du programme PACIVUR à poser une question initiale, relativement simple : que fait-on pour réduire la vulnérabilité d'une ville qui est dans cette situation ?

Si la planification préventive urbaine reste un idéal de moyen et long terme pour réduire la vulnérabilité d'une ville, à plus court terme, en tant qu'équipe de recherche travaillant dans une perspective de développement, nous avons l'obligation de répondre à la demande sociale face au risque – c'est encore plus vrai pour le partenaire, gestionnaire urbain. Mais, que peut-on alors proposer quand d'une part, une grande partie des espaces urbanisés de La Paz s'exposent à des aléas d'origine naturelle à occurrence rapide qu'il est impossible d'éliminer ; et que d'autre part, il est presque impossible de déplacer les populations des espaces urbanisés exposés à l'endommagement en l'absence d'une politique nationale et locale de logement/relogement ?

Faisant le constat que les systèmes préventifs dans l'agglomération s'avèrent d'une efficacité limitée, il nous a alors semblé essentiel de réfléchir sur les situations d'urgence et sur la manière d'améliorer les systèmes de gestion des crises pour limiter l'endommagement.

Dans ce domaine de la gestion des situations d'urgence et des crises qui peuvent en découler, la recherche s'est fortement développée durant les quinze dernières années, essentiellement portée par les sciences sociales. Cependant, elle a très peu abordé les dimensions spatiales et territoriales de la gestion des crises qui permettent pourtant d'éclairer

6 ▸ D'après les projections réalisées par l'INE, El Alto est passée au deuxième rang de la hiérarchie urbaine nationale en 2008, devant La Paz.

la complexité des situations d'urgence et l'incertitude qui les caractérise.

C'est pourquoi le programme PACIVUR en Bolivie a commencé à travailler sur les dimensions spatiales et territoriales qui sont à l'œuvre dans la gestion des situations de crise, tout en s'interrogeant sur les vulnérabilités des systèmes de gestion des crises qui peuvent alors être mises à jour à partir de cette approche.

Très souvent, quand on aborde les risques, on le fait un peu à la façon de tests de laboratoire (Beck, 2001 : 123-126), par exemple en voulant identifier par des indicateurs quelle est la population vulnérable, comme s'il s'agissait d'une caractéristique intrinsèque. Or, de nombreux exemples montrent au contraire que les conditions de vulnérabilités varient : en fonction de l'espace dans lequel on se trouve, en fonction de la temporalité, etc. Ainsi, dans le cas de l'agglomération de La Paz, une personne pauvre est exposée à des dommages la journée en travaillant à La Paz alors qu'en résidant à El Alto, elle ne l'est pas la nuit.

En général, quand il est abordé, l'effet produit par les risques l'est de manière artificielle : on croise des données, sans véritablement penser à l'intérêt et à la pertinence des croisements. Notre approche est donc beaucoup plus pragmatique, spécifique à la recherche appliquée. Elle s'appuie sur le croisement de données, mais à partir d'événements passés vécus – la prise en compte des temps longs de Braudel –, pour comprendre la situation actuelle et donner une idée du futur. C'est, pour reprendre les termes de Beck, une « expérience sur l'homme » (Beck, 2001).

Pourquoi cet ouvrage ?

Dans ce texte, il s'agit d'abord de montrer comment les préoccupations opérationnelles liées à l'analyse rétrospective d'événements ayant entraîné des dommages ont permis de mettre au cœur de la réflexion l'urgence et la crise. En effet, l'analyse rétrospective des événements permet de différencier des espaces – espaces de survenue de l'événement, espaces à risque[7] – et de la sorte, elle amène à s'interroger sur les facteurs qui ont conduit à une situation d'urgence et/ou de crise.

Par ailleurs, la réflexion spatiale invite aussi à poser l'hypothèse selon laquelle il y a des espaces qui permettent le retour à une situation normale, c'est-à-dire des espaces de gestion d'urgence et/ou de crise. Ces derniers peuvent être différents des autres espaces déjà identifiés ou au contraire, imbriqués dans ceux-ci.

On conclut que les dimensions spatiales de la gestion de crise produisent de la vulnérabilité, construite par l'articulation spatiale et fonctionnelle de deux types d'espaces à identifier. Cette conclusion amène à réfléchir sur l'incertitude de la gestion de crise et sur son intégration dans la planification préventive urbaine.

Dans la deuxième étape, la proposition est de replacer cette réflexion dans le contexte paradigmatique des risques. Si la production scientifique en matière de risque peut être considérée comme abondante, elle débouche sur des conclusions rarement prises en compte par les décideurs et ne permet pas de réduire les risques de manière efficace. Par exemple, les échecs en matière de planification urbaine préventive sont significatifs à La Paz et, dans de nombreux cas, ce n'est pas faute d'avoir sensibilisé les gestionnaires urbains. Parce que les aléas sont très nombreux, qu'ils entrent en interaction et couvrent quasiment tout le territoire, les autorités de La Paz se trouvent démunies, peinent à définir des priorités, à cibler des actions et à adopter une politique de prévention des risques efficace.

7 ▸ Par espace à risque, on entend un espace où au moins un des éléments nécessaires pour le fonctionnement urbain est présent et susceptible d'être endommagé et perdu.

Or, le concept de risque exprime la possibilité de perdre ce à quoi on accorde de l'importance.

C'est pourquoi la démarche de recherche opérationnelle qui consiste très simplement à s'interroger d'abord sur ce qui est important pour tenter ensuite de comprendre pourquoi et comment on risque de le perdre, paraît de bon sens. Devant l'impossibilité concrète d'utiliser les connaissances sur les aléas qui constituent l'essentiel des travaux disponibles sur les risques à La Paz, face à l'inconsistance des analyses de vulnérabilité et devant le besoin concret des décideurs de cibler leur politique de prévention, l'idée s'est imposée que la prévention des risques en milieu urbain passait d'abord par l'identification des enjeux du territoire de La Paz. En effet, si la recherche prétend contribuer à la prévention des risques, commencer par identifier ce qu'on veut protéger, les éléments majeurs, paraît de bon sens. Les éléments de gestion d'urgence et de crise sont un exemple.

En troisième lieu, on exposera la démarche d'analyse des espaces d'urgence et de crise et de leur gestion, en suivant différentes étapes : identification des espaces vulnérables et des espaces qui disposent de ressources pour gérer une situation d'urgence et de crise ; réflexion sur les outils d'aide à la gestion d'urgence et de crise ; analyse de leur vulnérabilité ; analyse de la vulnérabilité territoriale. Par exemple, les espaces ressources de la gestion d'urgence et de crise concentrent les centres de décision et les ressources opérationnelles nécessaires pour mettre en œuvre les secours. Identifier les espaces ressources de la gestion d'urgence et de crise n'est pas une garantie suffisante de leur bon fonctionnement. D'autres paramètres doivent être pris en compte pour déterminer leur vulnérabilité. L'analyse de la vulnérabilité des éléments ressources de la gestion d'urgence et de crise amène à s'interroger sur la vulnérabilité du territoire.

En adoptant cette méthodologie pour l'ensemble des éléments-ressources, on peut ainsi améliorer considérablement la connaissance de la vulnérabilité territoriale et de la sorte, l'outil de gestion des situations d'urgence et de crise. On améliore ainsi l'efficacité de la politique de gestion des risques dans la municipalité de La Paz en espérant réduire l'incertitude liée aux risques.

Deux municipalités, deux échelles, un territoire urbain

Dès le début de la recherche, nous nous sommes interrogés sur l'échelle spatiale à laquelle nous devions travailler. En effet, même si la convention de coopération a été signée entre le GAMLP et l'IRD, la municipalité de La Paz ne constitue qu'une partie de l'ensemble du tissu urbain aggloméré, comme dans de nombreux autres cas urbains (Lévy *et al.*, 2003 : 48-49). Par conséquent, pour que les résultats aient une certaine pertinence, il nous a semblé nécessaire d'étendre les analyses à l'ensemble du tissu urbain, c'est-à-dire jusque-là où il y a rupture morphologique entre le front des constructions urbaines et l'espace rural, sans lien nécessaire avec les limites administratives. Pour comprendre ce que recouvre l'agglomération de La Paz, il est donc nécessaire de faire un rapide détour par l'histoire de sa construction.

Depuis sa fondation en 1548 (Ticona, 2007 : 42), Notre Dame de La Paz est passée par différentes phases d'expansion urbaine. Par exemple, les Conquistadors avaient d'abord installé la ville sur l'Altiplano, à environ 40 km au nord du site actuel, mais ils ont abandonné

le site initial quelques mois après (en 1549), à cause des dommages sur les édifices et les cultures provoqués par les rigueurs du climat (Mayorga, 1997 : 227 ; Arbona et Kohl, 2004 : 256) : volumineuses chutes de neige, températures très basses, bourrasques glaciales. Les Conquistadors l'ont relocalisé dans la cuvette traversée par le torrent Choqueyapu, à l'abri des vents. Bien que peu propice à l'expansion urbaine, ce site a favorisé le développement d'activités nécessaires au processus de conquête (Benavides, 2005 : 68-69), provoquant une phase lente, continue et contrôlée d'expansion démographico-spatiale.

Avec l'Indépendance et surtout à partir de la fin de la Guerre fédérale (1899), le rythme de l'expansion urbaine de La Paz est entré dans une nouvelle phase, beaucoup plus rapide. La ville qui abrite désormais le siège du gouvernement et les deux chambres de l'Assemblée, a attiré de nouvelles activités : administratives, financières, commerciales, intellectuelles. Elle s'est également dotée de nouveaux équipements : gares ferroviaires, industries, etc. C'est ainsi que l'espace a commencé à manquer et certains équipements ont été installés à l'extérieur de la cuvette : en 1923, l'École d'aviation a été installée sur le plateau d'El Alto, commandant la construction de l'aéroport de la ville et entraînant la localisation d'activités de transport (Urquizo, 2006 : 36).

Les différentes crises qu'ont connues les régions de l'Altiplano bolivien – réforme agraire à partir d'août 1953, chute de l'activité minière au long de la décennie 1980 (Franqueville, 2000 ; Arbona et Kohl, 2004) – ont amené leurs habitants à migrer par vagues successives vers La Paz et, à cause du remplissage de l'espace de celle-ci, de manière centrifuge, à s'installer dans ses environs. Par déversement urbain en direction de l'Altiplano autant que pour des raisons fonctionnelles, El Alto est devenue un quartier de La Paz, mais marginalisé (Sandoval et Sostres, 1989 ; Sandoval et Ayllon, 1992) parce que les autorités municipales n'ont pas été en mesure d'équiper aussi rapidement que le rythme de la croissance urbaine l'espace urbain qui se construisait. 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 (INE, 2008).

Partant de ces constats, il nous a semblé que pour s'intéresser à La Paz, il fallait prendre en compte l'ensemble du tissu urbain sous-tendu par des relations d'échanges imbriquées. Aussi entendons-nous par agglomération de La Paz les municipalités de La Paz et d'El Alto. Pour des raisons de disponibilité des données nécessaires aux travaux de recherche, nous ne nous sommes pas intéressés aux autres municipalités, alors que les relations existent.

Les données sont assez nombreuses pour La Paz et une partie est relativement facile d'accès grâce à la convention de coopération entre le GAMLP et l'IRD. En revanche, elles sont déjà beaucoup moins nombreuses concernant la municipalité d'El Alto (GAMEA[8]) et aussi moins faciles d'accès (Hardy, 2009d). Elles sont presque inexistantes pour les autres municipalités. Par conséquent, quand cela a été possible, les analyses ont été menées à l'échelle de l'agglomération de La Paz entendue comme l'imbrication des municipalités de La Paz et d'El Alto. Par conséquent, sur le même territoire composé de deux municipalités, la qualité de l'information est souvent très hétérogène. Mais c'est l'intérêt de cet ouvrage que de tenter de prendre en compte différentes échelles, d'en représenter les données, pour analyser les dynamiques spatiales qui structurent la gestion des risques d'un même territoire.

8 ▸ Il s'agit de la désignation de l'administration de la municipalité.

Chapitre 1

Deux municipalités, un territoire urbain

Qu'est-ce que l'agglomération de La Paz ?

L'utilisation du nom La Paz prête à confusion. Au sens strict, le nom désigne la ville éponyme qui abrite le pouvoir exécutif et législatif de l'État bolivien. Mais, le nom évoque aussi un espace urbanisé dont les limites sont complexes à cerner avec précision. Pour aborder la réalité urbaine, on parlera alors plus volontiers de l'agglomération de La Paz qui agrège les villes de La Paz et d'El Alto, deux municipalités autonomes, aux caractéristiques et modes de fonctionnement différents, sans interaction institutionnelle établie. Pourtant, il ne fait aucun doute que l'agglomération pacénienne forme un territoire urbain unique, à condition d'avoir les éléments pour le décrypter.

Les limites administratives

Planche 1

La Paz et El Alto sont les deux principales municipalités qui composent l'agglomération de La Paz. Pourtant, l'existence de deux municipalités distinctes est récente. C'est en effet progressivement, entre 1985 et 1988, d'abord avec la loi du 6 mars 1985, puis avec celle du 20 septembre 1988, que le législateur bolivien a décidé d'ériger les quartiers d'El Alto en une municipalité autonome, indépendante de celle de La Paz[9]. En mettant en place deux municipalités, le législateur a renforcé une divergence, notamment observable à partir de la croissance de l'espace urbain pacénien. Il a ainsi été à l'origine de politiques urbaines bien distinctes dans l'espace.

Toutefois, cette séparation administrative demeure incomplète. En effet, si le législateur a défini les limites spatiales de la municipalité d'El Alto, il n'a pas accompli le même travail pour celle de La Paz[10] – comme pour la quasi-totalité des autres municipalités du pays. Par conséquent, dans certains lieux limitrophes entre les deux municipalités, il peut y avoir ambiguïté quant à l'appartenance municipale, provoquant la marginalisation de ces lieux ou au contraire, leur gestion par deux municipalités différentes. Cette situation provoque régulièrement des problèmes. En fonction des cas, la population a en effet intérêt à revendiquer son appartenance soit à La Paz (par exemple pour le raccordement à certains services, l'accès aux établissements publics d'enseignement ou de santé, considérés comme étant de meilleure qualité à La Paz), soit à El Alto (par exemple pour l'acquittement de l'impôt foncier, considéré comme moins bien contrôlé à El Alto).

Administrativement, la séparation est pourtant réelle. Outre l'existence de deux municipalités autonomes, l'organisation de leur territoire respectif est assez différente. La Paz est divisée en sept macrodistricts[11] urbains (Cotahuma, Max Paredes, Periférica, San Antonio, Sur, Mallasa, Centro) et deux ruraux (Hampaturi et Zongo), ces deux derniers représentant plus de 90 %[12] de la superficie totale de la municipalité. De son côté, El Alto est divisé en districts urbains (districts 1 à 8) et ruraux, dont les limites sont fréquemment redéfinies, en fonction de la rapidité de l'urbanisation (par exemple, les districts ruraux 11 et 14 présents sur la carte sont déjà très urbanisés). Macrodistricts et districts sont administrés par des maires délégués dont les pouvoirs sont plutôt symboliques, puisqu'ils sont désignés

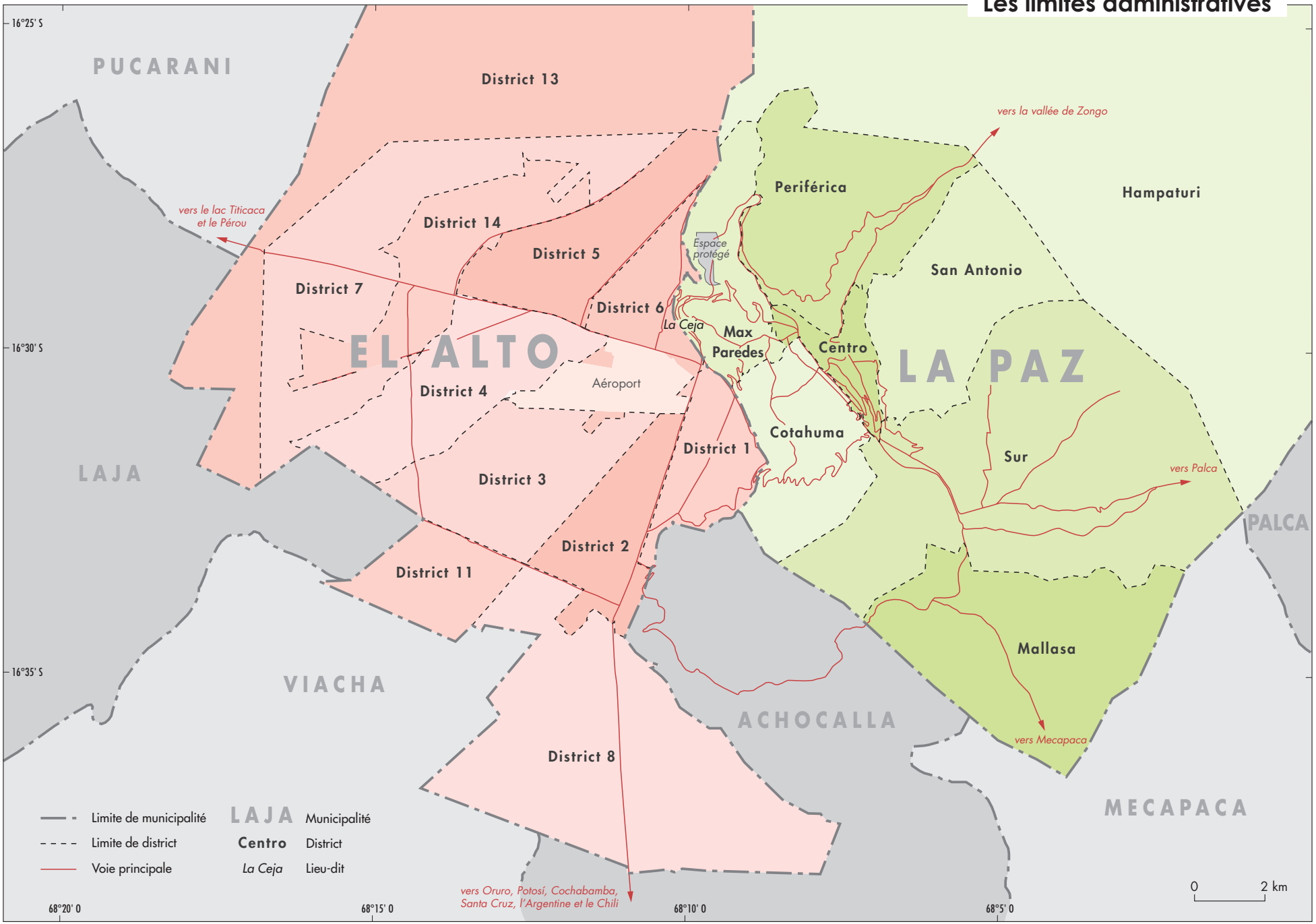
9 ▸ Le 6 mars 1985, El Alto est érigée capitale de la IVe section municipale du département de La Paz. C'est ensuite la loi 651 du 20 septembre 1988 qui érige El Alto au rang de municipalité autonome et entérine la séparation de La Paz et d'El Alto. Toutefois, il faudra attendre la loi dite de Participation populaire de 1995 qui vise à donner une plus large autonomie aux municipalités pour qu'El Alto acquière son autonomie financière, laquelle était jusqu'alors réservée, au regard de la loi des municipalités de 1985, aux seules villes capitales de département, dans le cas qui nous intéresse : La Paz.

10 ▸ La définition légale de limites municipales pour El Alto pose par défaut celles de La Paz qui leur sont limitrophes. Mais La Paz n'ayant pas *stricto sensu* ses limites municipales légalement reconnues, elle conteste, entre autres, celles limitrophes avec El Alto.

11 ▸ Le terme macrodistrict utilisé par les autorités municipales de La Paz recouvre la même entité légale que celui de district utilisé à El Alto. Par commodité dans la cartographie de cet ouvrage, ils seront donc désignés sous le terme commun de district. Toutefois, le terme de district à La Paz existe : il désigne une subdivision au sein d'un macrodistrict, subdivision à laquelle il ne sera jamais fait référence dans cet ouvrage.

12 ▸ 1 832 km² sur les 2012 que la municipalité de La Paz se reconnaît.

Les limites administratives



© IRD 2013

Sources : GAMLP, 2011 ; GAMEA, 2011

par le maire de La Paz dans le cas de la municipalité éponyme, et par les Comités d'habitants[13] à El Alto.

À plus grande échelle, les deux municipalités sont structurées en quartiers qui correspondent au cadre de vie de référence de la population pacénienne. Ces quartiers sont eux-mêmes subdivisés en Organisations territoriales élémentaires (OTB) depuis la loi de Participation populaire de 1995. Il s'agit d'échelons territoriaux de gestion dans lesquels les résidants décident collectivement (autour des Comités d'habitants) de l'utilisation d'un budget que l'État leur attribue via les autorités municipales. L'OTB est différemment usité par la population comme référent spatial et ses limites fluctuent d'ailleurs assez souvent en fonction des rapports de force entre habitants (Pernet, 2007).

C'est plutôt le réseau routier qui a participé à instaurer les délimitations administratives entre les deux municipalités. Sinueuses et de direction générale nord-sud à La Paz, les voies ont joué un grand rôle dans le découpage des macro-districts. Au contraire, le réseau routier alténien, postérieur à celui de La Paz, est semi-radial, organisé à partir du lieu-dit *La Ceja*[14] : il structure, avec l'aéroport, les limites tirées au cordeau des districts. Petite particularité : les principales voies alténiennes permettent l'entrée et la sortie de la municipalité de La Paz, car cette dernière a un réseau routier qui se termine en cul-de-sac (il n'y aucune possibilité de continuer à avancer au-delà des Yungas à l'est, et de Mecapaca et Palca au sud et sud-est).

La densité de population en 2001

Planche 2

Avec une moyenne de 136 habitants par hectare[15], la carte de la densité de population, créée à partir des données du recensement général de la population en 2001, indique que l'agglomération de La Paz ne présente pas un niveau de densité très élevé.

La densité se distribue de manière concentrique : elle est élevée dans un espace restreint au centre de l'agglomération, pour progressivement diminuer en direction des périphéries.

C'est ainsi qu'elle atteint dans quelques quartiers (3,9 % de la superficie totale de l'agglomération) (tableau 1) un niveau maximum compris entre 223 et 500 habitants par hectare : San Pedro, Gran Poder, Sopocachi, San Jorge, en rive droite du torrent La Paz ; Miraflores et ses prolongements en rive gauche. Outre le centre historique, il s'agit de quartiers planifiés qui ont commencé à se construire dès le milieu du XIXe siècle et où le bâti a progressivement pu gagner en hauteur (illustration 2).

L'espace où la densité de la population est inférieure à 95 habitants par hectare offre un contraste saisissant avec le précédent : il s'agit de la majeure partie de l'agglomération (76,6 % de la superficie totale de l'agglomération), plutôt dans ses périphéries. Même bien desservis par les voies routières, comme dans le cas du quartier Río Seco ou encore San Juan, ces quartiers sont trop récents pour que leur espace soit déjà densément peuplé. Il s'agit encore d'espaces d'apparence rurale, souvent à la topographie localement trop accidentée (des successions de petites dépressions qui nécessiteraient des travaux de remblaiement) pour les rendre facilement urbanisables (illustration 3).

Entre les deux se situe un espace de forme assez concentrique qui couvre 19,5 % de la superficie totale

Tableau 1

Distribution des superficies par niveau de densité

Densité	Superficie	
	en km²	en %
Faible	178,0	76,6
Moyenne	45,5	19,5
Élevée	9,0	3,9
Total	**232,5**	**100,0**

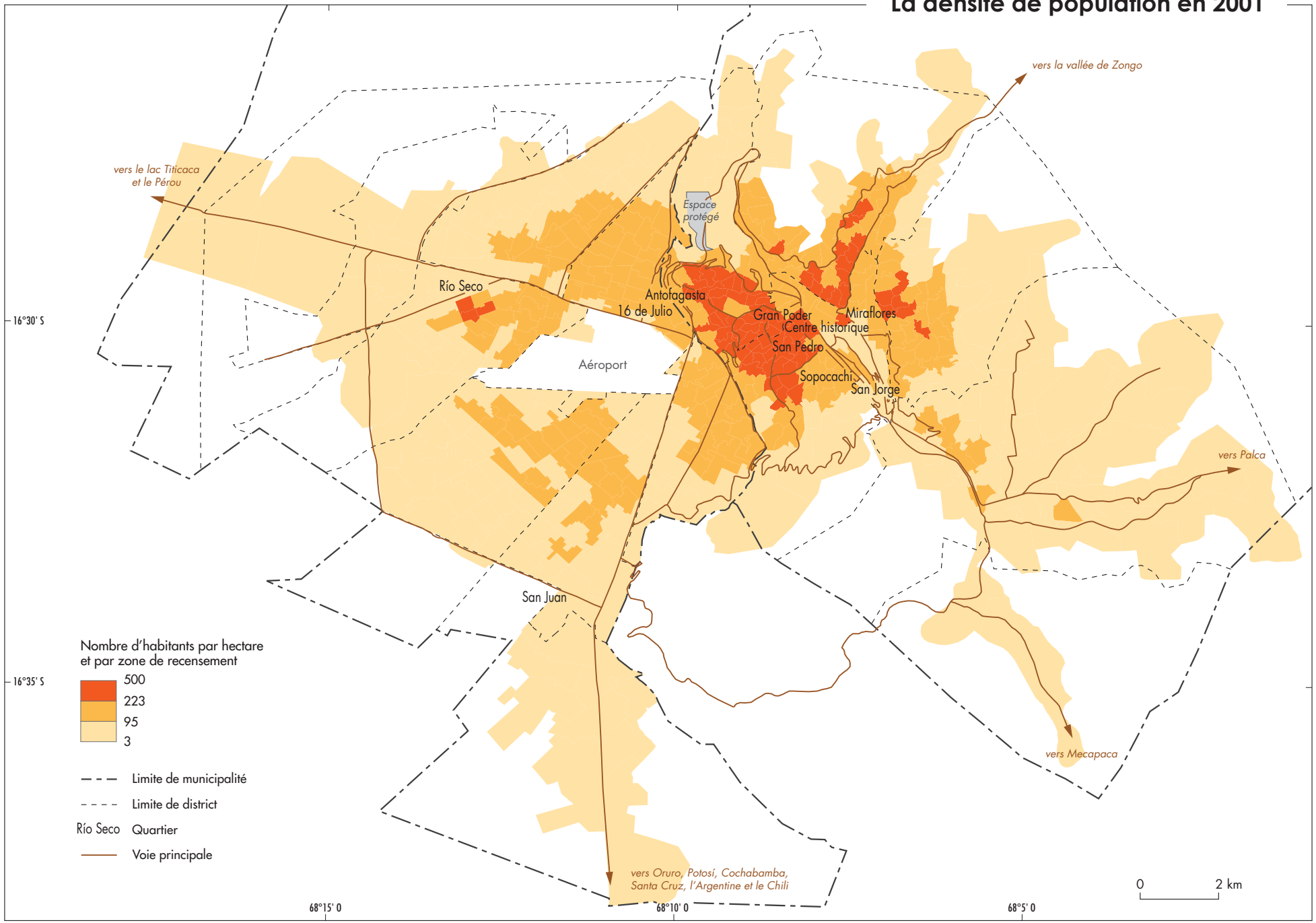
Source : INE, 2001

13 Le nom Comité d'habitants est une traduction du nom Junta vecinal (littéralement : Comité de voisinage). C'est une organisation légale depuis la loi de Participation populaire de 1995 qui regroupe les habitants vivant dans un voisinage. C'est le voisinage d'habitants qui définit l'espace sur lequel le comité opère. Les fonctions d'un Comité d'habitants sont très variées et diverses d'un comité à un autre. À l'origine, à El Alto, les comités ont reproduit entre migrants débarquant en ville, les solidarités rurales abandonnées. C'est en s'appuyant sur ces solidarités que les habitants ont pu construire leur quartier : travaux collectifs pour édifier une rue, un immeuble qui abritera l'école, etc. Dans les faits, à El Alto, le Comité d'habitants est vraiment l'unité qui gère l'espace.

14 *La Ceja* signifie le sourcil. Ce terme désigne l'accident topographique qui relie La Paz à El Alto, c'est-à-dire le rebord de l'Altiplano donnant sur les pentes de la vallée creusée par le Río La Paz. Le nom du lieu fait référence à la polysémie du terme « sourcil de La Paz », ayant de plus une forme arrondie qui est celle du rebord de la cuvette. Par extension, *La Ceja* est devenu le nom du quartier d'El Alto situé à proximité.

15 Par comparaison, Paris *intra-muros* (sans les bois de Vincennes et de Boulogne) présente une densité moyenne de 245 habitants par hectare en 1999.

La densité de population en 2001



© IRD 2013

Source : INE, 2001

Illustration 2
Principaux quartiers denses du centre

© IRD/S. Hardy

Illustration 3
Les quartiers périphériques à caractère semi-rural

© IRD/S. Hardy

Illustration 4
Quartiers les plus répandus, à densité moyenne

© IRD/S. Hardy

de l'agglomération, situé en position centrale dans l'agglomération, où la densité de population s'échelonne entre 95 et 223 habitants par hectare. La carte met en évidence la continuité de la densité entre les tissus urbains de La Paz et ceux d'El Alto, en dépit de la limite administrative. Il n'y a aucune différence notable entre les quartiers d'Antofagasta de La Paz et du 16 de Julio d'El Alto qui présentent une densité de population comparable. Seule la présence de l'aéroport, au cœur de l'agglomération, crée une coupure nette dans le tissu urbain, alors que la topographie, parfois abrupte dans cette partie de l'agglomération, n'y parvient pas. Le paysage urbain est celui de petits quartiers assez bien équipés encore en cours de densification (illustration 4).

La carte de la densité indique qu'il existe une logique d'ensemble dans la répartition de la population pacénienne. Le changement d'échelle d'observation – passer de l'habituelle observation de chacune des municipalités (Garfias et Mazurek, 2005 ; Garfias *et al.*, 2006) à l'observation de l'ensemble de l'agglomération – est une démarche peu habituelle, qui rend pourtant compte des continuités et des complémentarités entre ces deux espaces de l'agglomération, malgré les coupures administratives et topographiques.

La collecte et le traitement des déchets
Planche 3

La collecte et le traitement des déchets illustrent une autre facette du fonctionnement actuel de l'agglomération pacénienne et des défis qu'elle affronte. Contrairement à la production et à la distribution d'eau potable, la collecte et le traitement des déchets sont des tâches dévolues à chacune des municipalités de l'agglomération. Pour cela, elles disposent chacune d'équipements spécifiques.

C'est ainsi que l'agglomération compte deux principales décharges de déchets : Villa Ingenio à El Alto et Nuevo Jardín-Alpacoma à La Paz[16].

La décharge Villa Ingenio[17], créée il y a plus de 20 ans, reçoit environ 145 000 tonnes de déchets par an. Elle se compose de plusieurs cellules d'enfouissement de déchets (illustration 5). La première est qualifiée de sauvage, car l'enfouissement des déchets n'y a pas toujours été géré (tri préalable des déchets, recouvrement progressif, etc.).

Illustration 5
La décharge Villa Ingenio d'El Alto

© IRD/S. Hardy

Elle est aujourd'hui fermée, mais continue à faire l'objet de multiples interventions (récupération des lixiviats, des gaz). La deuxième a été dès son ouverture en 2006 pensée pour limiter les nuisances environnementales (membranes d'imperméabilisation entre le terrain et les déchets, récupération des lixiviats et des gaz). Une troisième cellule reçoit les déchets pathogènes (médicaux, d'abattoirs). Des bassins récupèrent une partie des lixiviats pour les traiter avant de les relâcher dans les torrents du bassin-versant. De son côté, la décharge Nuevo Jardín-Alpacoma[18] a été ouverte en 2004. Installée à la limite de la municipalité d'Achocalla, elle se compose également de 3 cellules d'enfouissement des déchets (2 pour les déchets dits classiques et 1 pour les déchets pathogènes), mais elle dispose aussi de zones dédiées au tri des déchets, à des bassins de récupération et de traitement des lixiviats. La décharge reçoit environ 180 000 tonnes de déchets par an.

Ces deux décharges ont en commun d'une part, de se faire encercler par l'urbanisation (progression de l'urbanisation d'El Alto vers le nord et progression de l'urbanisation d'Achocalla et de La Paz enserrant en étau le site d'Alpacoma) provoquant des problèmes d'espaces disponibles pour l'extension des décharges et de conflits avec le voisinage ; et d'autre part, d'être situées dans des espaces assez peu propices à l'activité d'enfouissement de déchets (fortes déclivités, ruissellement des eaux pluviales) provoquant des nuisances environnementales.

La description de ces deux équipements souligne également les disparités sociospatiales qu'affrontent les populations des deux municipalités. Alors qu'El Alto compte en 2001 presque autant d'habitants que La Paz (649 958 contre 793 293), la quantité de déchets déposée en décharge est nettement plus élevée à La Paz. Au-delà du différentiel de niveau de vie entre les populations, cette situation traduit non pas une moindre

16 ▸ Les services de la municipalité de La Paz utilisent toujours l'ancienne décharge Jardín Botánico-Mallasa, aujourd'hui en cours de réhabilitation (végétalisation des cellules de dépôt des déchets où environ 2,5 millions de tonnes de déchets ont été déposées entre 1991 et 2004), mais pour mener des expérimentations comme la lombriculture destinée à éliminer les déchets organiques.
17 ▸ La décharge Villa Ingenio a été donnée en concession en 2006 à l'entreprise privée COLINA.
18 ▸ La décharge Alpacoma a été donnée en concession en 2006 à l'entreprise privée TERSA.

quantité de déchets produits par les habitants d'El Alto par rapport à La Paz, mais leur moins bonne collecte.

À La Paz, la collecte des déchets est plus efficace. D'une part, les autorités municipales ont su mettre en place un contrat de concession pour la collecte de déchets qui oblige l'entreprise bénéficiaire (SABENPE) à rendre compte régulièrement de ses activités aux services municipaux responsables (SIREMU). Par ailleurs, dans les quartiers où les camions de ramassage peinent à collecter les déchets (fortes déclivités ; rues en terre, boueuses pendant la saison des pluies ; faibles densités d'habitants), les services de la mairie de La Paz ont imposé leur équipement en conteneurs (illustration 6) dans lesquels la population dépose les déchets qui sont ensuite ramassés par les camions. Le même système a été mis en place à El Alto, mais comme l'indique la carte, il y a nettement moins de conteneurs de dépôts de déchets à El Alto. Et si à La Paz, ils sont répartis dans les espaces difficiles d'accès, à El Alto, ils sont plutôt situés le long des rues principales et non dans les quartiers les plus mal couverts par la collecte des déchets.

L'importance accordée par les autorités municipales à la collecte des déchets révèle aussi la différence de niveau de problème qu'ils provoquent pour chacune des municipalités. Lorsque les déchets ne sont pas correctement ramassés, la population s'en débarrasse en les abandonnant à une distance qui leur évite les nuisances, sans pour autant que la distance à parcourir soit trop longue (illustration 7). C'est pourquoi les lits des torrents et les ravines constituent souvent les lieux de prédilection de la population pour se débarrasser des déchets. Ces lieux atténuent les nuisances visuelles, olfactives, pathogènes qu'ils génèrent et les déchets sont souvent ainsi transportés par les eaux de ruissellement pluvial vers d'autres lieux. Toutefois, au regard de la topographie et des ouvrages d'ingénierie de la municipalité de La Paz, les dépôts sauvages de déchets dans ces lieux sont des facteurs favorisant le risque d'inondation et de glissement de terrain. Dans les lits des torrents, les déchets s'agglutinent, empêchent les eaux de s'écouler et/ou favorisent l'arrivée brutale d'un volume important d'eau après rupture du tampon créé par les déchets. Les

Illustration 6

Un conteneur installé dans un des quartiers de La Paz où la déclivité rend difficile la collecte des déchets pour les camions.

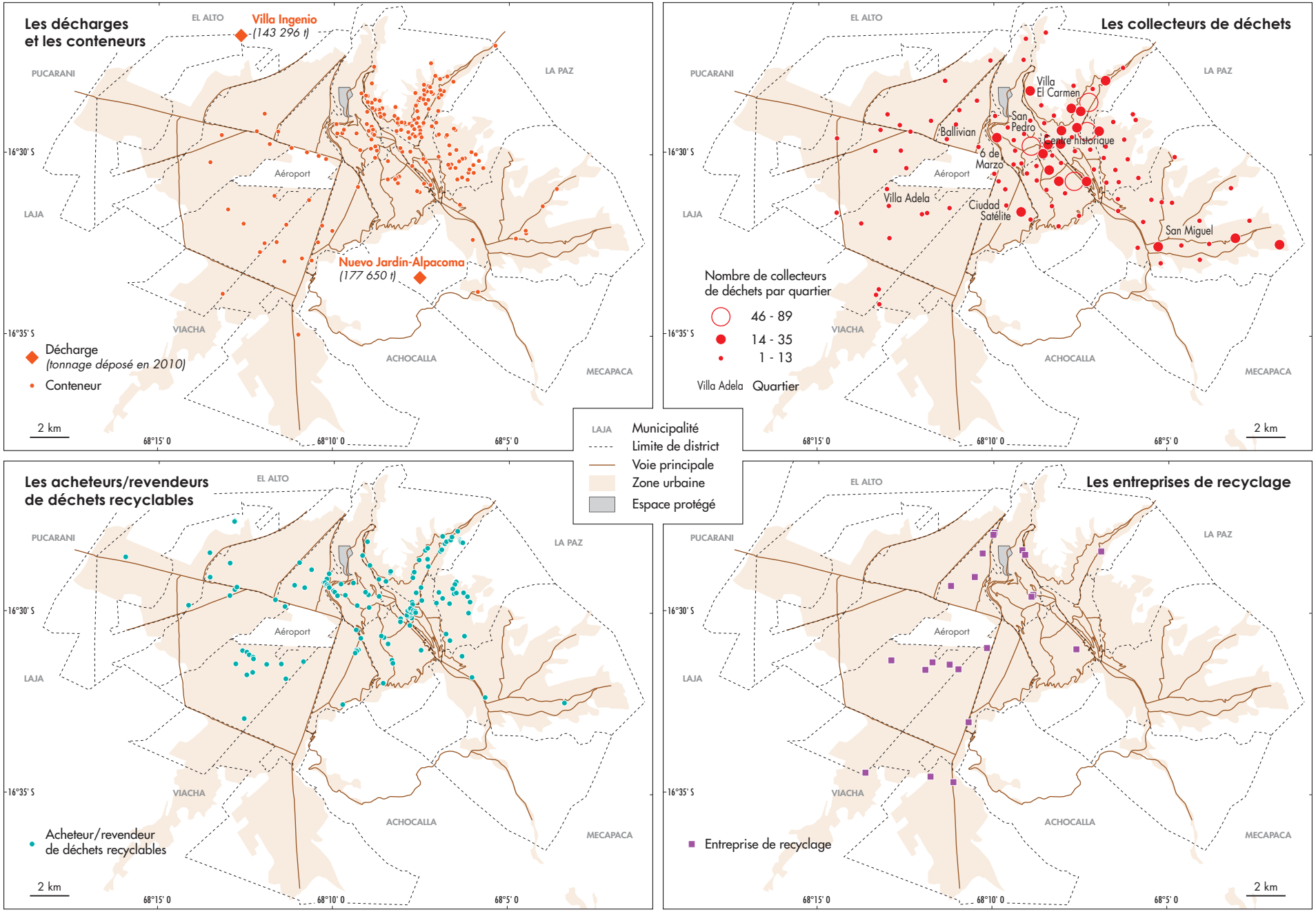
© IRD/S. Hardy

Illustration 7

L'abandon des déchets sur les abords des torrents

© IRD/S. Hardy

La collecte et le traitement des déchets



© IRD 2013

Sources : COLINA, 2011 ; SABENPE, 2011 ; TERSA, 2011

deux phénomènes provoquent des inondations localisées. L'accumulation de déchets dans les ravines crée au fil du temps des versants artificiels peu stables, qui glisseront facilement, en entraînant par effet gravitaire d'autres terrains qui endommageront les espaces situés à l'aval. Les deux phénomènes sont fréquents à La Paz et expliquent une partie des endommagements recensés dans la municipalité (D'Ercole *et al.*, 2009b). À El Alto, sans être à exclure, au regard de la topographie, ces phénomènes sont plutôt déplacés vers les municipalités situées en aval, en premier lieu Viacha. Contrairement à El Alto, La Paz a donc un intérêt plus immédiat à organiser au mieux la collecte des déchets.

Hormis les déchets pathogènes et quelques expériences menées à La Paz, notamment avec les piles électriques, la collecte des déchets dans l'agglomération n'est pas organisée de façon à différencier les catégories de déchets. Pourtant, certains déchets sont une source de revenus lorsqu'ils peuvent être valorisés. C'est le cas du papier, du carton, du plastique des bouteilles, du verre, des métaux, etc. L'observation de la répartition des collecteurs de déchets dans l'agglomération démontre encore une fois le meilleur traitement de la question des déchets à La Paz qu'à El Alto. En effet, des données collectées en 2010 auprès d'organismes publics et privés indiquent qu'il y a de nombreux collecteurs de déchets à La Paz, assez bien répartis dans toute la municipalité, alors que ceux-ci sont presque inexistants à El Alto (Berger et Hamidi, 2011). Même si tous les collecteurs de déchets n'ont pas été recensés, la carte traduit la volonté des autorités de La Paz à faire en sorte qu'il y ait moins de déchets à déposer en décharge, notamment pour en prolonger la vie utile. Par ailleurs, la collecte de déchets valorisables crée de l'emploi, tout en favorisant une meilleure élimination des déchets dans les espaces publics très fréquentés (le centre historique ; San Pedro et ses nombreuses zones commerciales ; *idem* pour Villa El Carmen ; San Miguel, partie commerciale du sud de la ville).

La quasi-inexistence de collecteurs à El Alto traduit donc les différences socio-économiques entre les populations des deux municipalités. Plus pauvre, la population alténienne produit aussi moins de déchets valorisables. De fait, les collecteurs sont présents dans les espaces alténiens susceptibles de fournir ce type de déchets : à Ciudad Satélite où vit une population de classe moyenne et dans les espaces commerciaux de la ville (le long de l'Avenida 6 de Marzo ; dans les quartiers Ballivian et Villa Adela).

Cette première lecture qui différencie La Paz d'El Alto sur la question des déchets traduit surtout les différences de politiques publiques décidées et mises en place par deux municipalités distinctes. Car, quand on s'intéresse à l'étape d'après collecte, c'est-à-dire à la valorisation des déchets, les liens fonctionnels entre La Paz et El Alto réapparaissent aussitôt.

S'il y a encore trop peu de déchets valorisables à El Alto, les entreprises qui se sont spécialisées dans l'achat et la revente de déchets valorisables sont déjà nombreuses à El Alto, représentant près de 33 % du total des entreprises de l'agglomération.

Quant aux entreprises dont l'activité consiste à recycler les déchets, elles sont au nombre de 15 installées à El Alto contre 6 à La Paz. En effet, ce type d'activité implique de disposer de l'espace suffisant pour mettre en œuvre le processus de transformation d'un déchet en matière valorisée. Ce processus crée des nuisances environnementales, mieux acceptées à El Alto où elles sont moins contrôlées par les autorités municipales et où le tissu urbain mélange plus souvent activités industrielles, commerciales et résidentielles. Par ailleurs, ce type d'activité implique d'être bien relié aux voies de communication pour faire venir,

puis pour réexpédier des matières pondéreuses. Même si l'absence de données quantitatives fiables ne permet pas de cartographier les flux de déchets valorisables allant de La Paz à El Alto, au regard de la répartition des collecteurs de déchets, on comprend qu'ils sont importants. La combinaison de ces trois grands critères est très favorable à El Alto, où ces activités se localisent le long des voies situées au sud de l'aéroport, alors qu'à La Paz, les quelques entreprises sont situées à proximité des voies sortant de la ville, espaces plus industrialisés.

Cette cartographie de la collecte et du traitement des déchets montre la complexité d'interprétation des données disponibles et le rôle des échelles spatiales retenues. En ne regardant que l'activité classique de collecte des déchets, on observe une logique de deux politiques municipales distinctes qui différencient l'agglomération. Mais la logique économique rend également compte d'une spécialisation des espaces au sein de l'agglomération, laquelle met alors en valeur les liens fonctionnels qui se tissent chaque jour au sein d'une unique agglomération, mais qui ne sont pas toujours observés par ses acteurs.

Alors que l'agglomération ne fait l'objet d'aucune reconnaissance institutionnelle, l'analyse des données sur les déchets, leur collecte et leur traitement dans l'espace couvert par l'agglomération souligne combien les interactions entre les municipalités qui la composent sont chaque jour plus fortes. Mais le thème des déchets montre aussi que les outils légaux ne permettent pas le rapprochement. Le contexte institutionnel dans l'agglomération crée des freins à la mise en place d'actions de gestion plus efficace et plus logique à cette échelle spatiale. Pour l'instant, avec le système institutionnel existant, les municipalités n'ont pas les outils nécessaires pour prendre des décisions de planification et d'investissement en commun. S'il existe des tentatives pour construire une intercommunalité, elles n'ont pas encore débouché sur des résultats significatifs. Elles ont été tentées avec les déchets : avec la fin de vie utile de la décharge de Villa Ingenio et ses problèmes d'extension d'une part, l'absence de terrain à La Paz d'autre part, les deux municipalités ont engagé des discussions sur la possibilité de créer une décharge intercommunale, à Achocalla ou à Viacha. Mais ces deux municipalités, dont l'organisation de la collecte et du traitement des déchets est plus précaire qu'à La Paz et à El Alto, refusent pour l'instant l'idée d'une décharge commune à l'agglomération sur leur territoire, à cause des nuisances que cette activité crée. Pourtant, une partie des phénomènes catastrophiques recensés dans ces deux municipalités sont le résultat du transfert du risque depuis les municipalités situées à leur amont, à savoir El Alto et La Paz[19]. Mais pour l'instant, seule la logique économique à court terme prévaut et permet de créer un peu de liens fonctionnels entre les divers espaces des municipalités de l'agglomération.

19 ▸ Par exemple, le débordement du torrent Pallina entre octobre 2000 et mars 2001, essentiellement provoqué par l'accumulation des déchets d'El Alto sur le territoire de Viacha. Ce phénomène inonda 13 quartiers de Viacha, endommageant 282 logements.

La production et la distribution d'eau potable
Planche 4

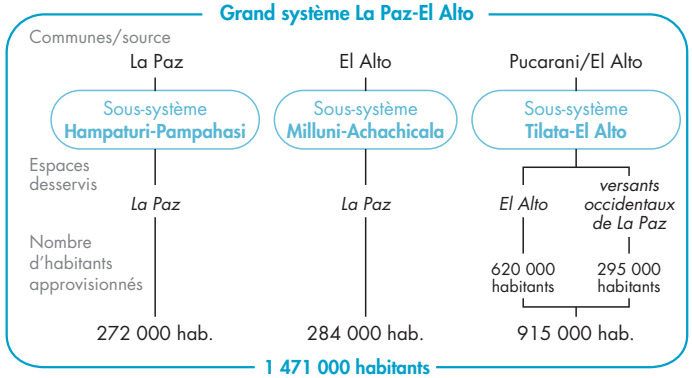
La logique de complémentarité entre les municipalités de La Paz et d'El Alto s'illustre parfaitement à travers l'analyse de la production et de la distribution de l'eau potable dans l'agglomération.

Les habitants de l'agglomération sont majoritairement approvisionnés en eau potable par le grand système La Paz-El Alto (83,6 % de la population en 2001 : 81 % à El Alto et 85,7 % à La Paz), à savoir une organisation qui produit de manière continue de grands volumes d'eau potable distribués aux consommateurs *via* un réseau de canalisations. En dépit de revendications sporadiques qui modifient son architecture administrative, le grand système est géré depuis 2008 par une seule entreprise constituée en société anonyme : EPSAS S.A. Cette dernière organise la production et la distribution de l'eau potable sans distinguer les deux municipalités (Hardy, 2009b ; 2009e).

La carte de l'approvisionnement en eau potable montre en effet que l'entreprise gestionnaire capte la ressource en eau (provenant du ruissellement pluvial, et plus ponctuellement glaciaire) aussi bien sur le territoire municipal de La Paz (Pampahasi) que sur celui d'El Alto (Milluni) (illustration 8), ainsi que sur celui de Pucarani. Toutefois, les opérations de captage, potabilisation, stockage et distribution expliquent la subdivision technique du grand système La Paz-El Alto en trois sous-systèmes (figure 3). C'est ainsi que l'eau captée à Hampaturi est transportée pour être potabilisée dans une usine localisée à La Paz (usine de Pampahasi), avant d'être entièrement distribuée par réseau dans toute la partie sud-est de la municipalité (sous-système Hampaturi alimentant environ 272 000 habitants). En revanche, l'eau captée à Milluni est potabilisée dans l'usine d'Achachicala et

Illustration 8
Captage de l'eau pluviale et glaciaire (Huayna Potosí) à Milluni

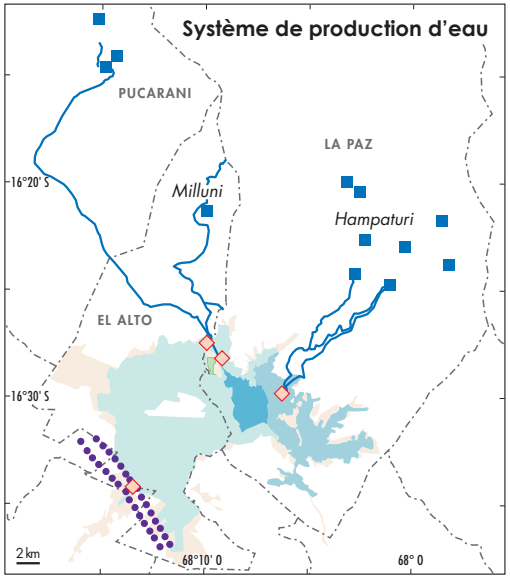
elle est presque uniquement destinée au réseau de distribution du centre de La Paz. L'eau peut cependant être déviée en amont, pour être traitée, puis distribuée, par l'usine d'El Alto (sous-système Achachicala alimentant environ 284 000 habitants). Enfin, l'eau captée à Pucarani est traitée à El Alto où elle alimente le réseau de distribution d'eau potable d'El Alto, ainsi que celui des quartiers situés sur les versants occidentaux de la municipalité de La Paz. À El Alto, une série de 30 puits captent également de l'eau de la nappe phréatique qui est potabilisée dans l'usine de Tilata avant d'être injectée dans le réseau d'El Alto (sous-système El Alto, 915 000 habitants).

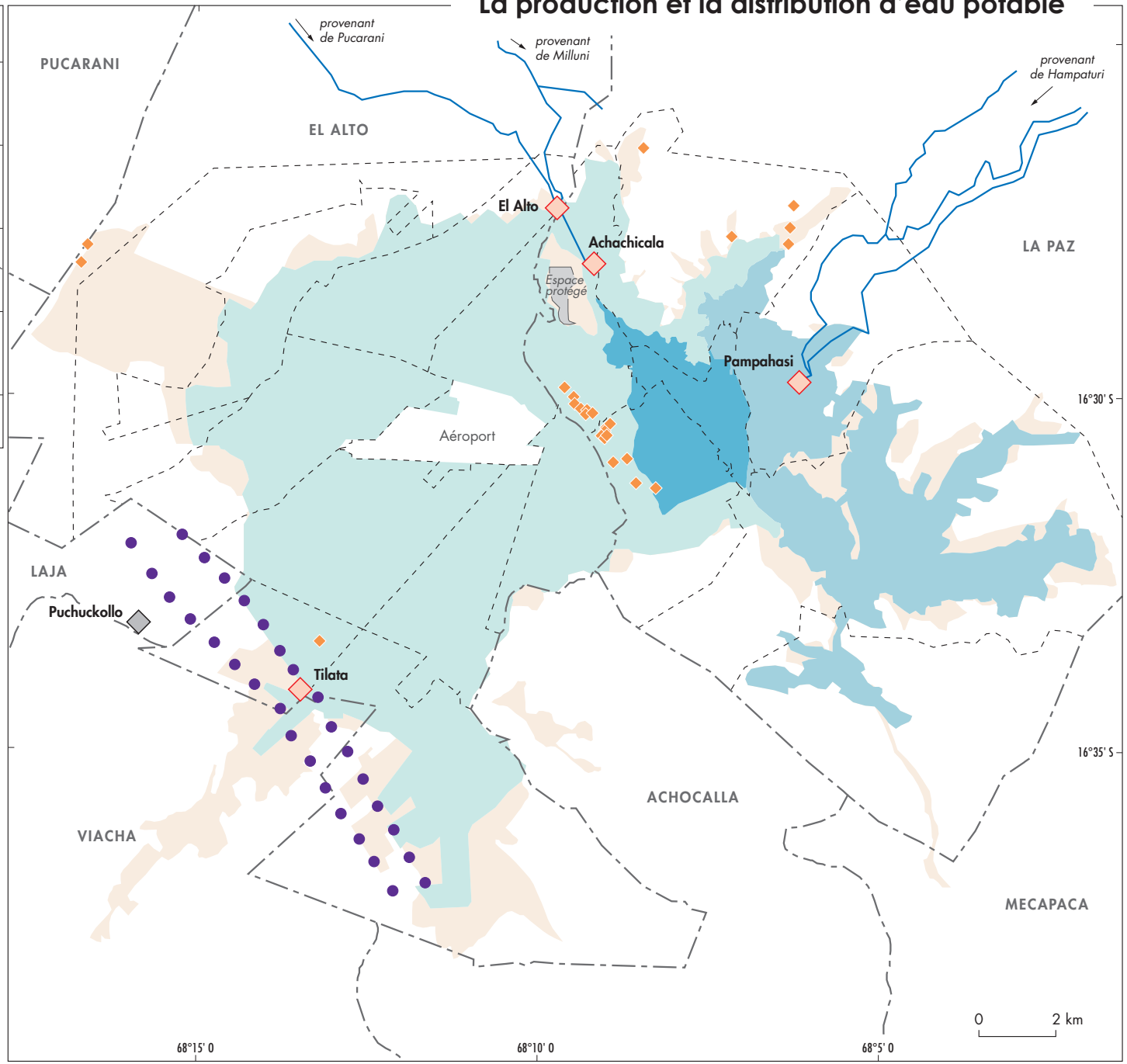


Source : équipe PACIVUR à partir de données d'EPSAS, 2011

Figure 3
Fonctionnement du grand système de production et de distribution d'eau potable

La production et la distribution d'eau potable





Adduction

Bassin de retenue d'eau

Usine de traitement d'eau potable

Usine de traitement d'eaux usées

Puits

Petit système local indépendant de production et de distribution

Grand système de production et de distribution d'eau

Sous-système Milluni-Achachicala

Sous-système Pucarani-El Alto

Sous-système Hampaturi-Pampahasi

Espace urbain non couvert par le grand système

Limite de municipalité

Limite de district

Source : EPSAS, 2011

© IRD 2013

L'histoire de la constitution du grand système de production et de distribution d'eau potable dans l'agglomération explique l'unicité territoriale de gestion par une seule entreprise. En effet, le grand système qui fonctionne actuellement est né de la mise en réseau progressive, à partir de 1906, de puits et captages d'exsurgences, éparpillés dans la ville, dans le but d'adopter le modèle hygiéniste de production et de distribution d'eau potable venu d'Europe. La municipalité de La Paz a ainsi d'abord géré cinq systèmes gravitaires, isolés les uns des autres, épars sur son territoire. Avec la création de l'entreprise municipale SAMAPA[20] en 1966, suivant les conseils des services de la coopération allemande, trois systèmes techniques assumant chacun la chaîne allant de la captation à la distribution d'eau potable ont été mis en place – les sous-systèmes El Alto, Achachicala, Pampahasi –, gérés par une seule entité : SAMAPA. Alors qu'en 1966, seulement 10 % des 495 000 habitants de l'agglomération avaient accès à l'eau potable délivrée par le réseau de la municipalité, en 1982, malgré l'augmentation de la population, 65 % de la population était reliée au réseau. De ce point de vue, le modèle du grand système a tenu ses promesses de production et de distribution de très importants volumes d'eau potable de bonne qualité (illustration 9).

L'essentiel du réseau a donc été installé avant la création de la municipalité d'El Alto. En 1985, si d'un point de vue technique, il était possible de séparer le réseau d'eau d'El Alto de celui de La Paz, d'un point de vue fonctionnel, cette séparation était assez délicate à réaliser, sans même parler de son coût.

D'abord, la séparation implique de résoudre le problème des captations. Les plus gros volumes d'eau, traités à El Alto, proviennent de la municipalité de Pucarani. Même en utilisant l'eau qui provient actuellement de Milluni et l'eau produite par les 30 puits de Tilata, les deux usines d'El Alto ne produiraient pas assez d'eau potable pour la demande alténienne encore en forte augmentation. Dans ce cas de figure, côté pacénien, il faudrait trouver à alimenter en eau les quartiers centraux actuellement desservis par Milluni, soit la consommation de plus de 284 000 habitants. L'augmentation des débits captés à Hampaturi pourrait y suppléer, à condition de résoudre un problème technique lié à la distribution[21]. Enfin, la partie haute des versants occidentaux est alimentée par le système El Alto. Dans ce cas, séparer production et réseau d'El Alto et de La Paz impliquerait pour la Municipalité de La Paz de trouver les ressources en eau pour alimenter près de 295 000 habitants, dans des conditions techniques de distribution peu faciles. Au total, la séparation obligerait La Paz à trouver à alimenter en eau 579 000 habitants.

Par ailleurs, une séparation sur la base des limites municipales nécessite de repenser le financement du service. En effet, actuellement, une péréquation tarifaire permet de financer l'extension du réseau de distribution. Au regard des modalités de la croissance démographico-spatiale, la péréquation s'opère au bénéfice de l'équipement d'El Alto, lequel est payé par les consommateurs les plus riches, essentiellement localisés à La Paz. La séparation obligerait

© IRD/S. Hardy

Illustration 9
Installations de l'usine de potabilisation d'El Alto

20 ▸ C'est une entreprise municipale décentralisée, chargée des services d'eau et d'assainissement urbain, créée par l'amendement municipal n° 7597. Elle a une identité juridique et un patrimoine propre, ainsi qu'une autonomie de gestion opérative et administrative. Après une période transitoire de quatre ans, la municipalité de La Paz a définitivement transféré l'ensemble des services d'approvisionnement en eau à SAMAPA.

21 ▸ Le réseau de distribution d'eau fonctionne par gravité. Pour alimenter les systèmes qui desservent les quartiers du centre et des versants occidentaux de La Paz, il serait donc nécessaire d'installer de puissantes pompes pour remonter l'eau et la transférer vers ces systèmes. L'opération est techniquement possible, mais serait très onéreuse.

donc les consommateurs alténiens d'autofinancer l'extension du réseau, alors même que leur volume de consommation d'eau potable est en moyenne très faible comparé à celui de La Paz (Poupeau, 2008). Sans subvention, cette situation provoquerait une très forte hausse des tarifs de l'eau à El Alto.

À travers ces deux observations, on se rend compte des complémentarités qui se sont progressivement tissées entre les différents espaces municipaux dans la production et la distribution d'eau potable, qui justifient une approche unifiée de l'agglomération de La Paz. La séparation n'est donc pas, pour l'instant, une option envisageable. Par ailleurs, elle rendrait vulnérable la population. En effet, avec une distinction du système actuel entre les deux municipalités, les transferts d'un sous-système à un autre deviendraient compliqués à réaliser.

Par exemple, l'espace desservi par le sous-système Achachicala concentre l'essentiel des emplois formels de l'agglomération. Les soirs et les fins de semaine, le ralentissement des activités y provoque une diminution de la demande en eau potable. En revanche, à ces moments-là, les travailleurs sont chez eux et y consomment de l'eau. Ceci explique une augmentation de la demande à El Alto à laquelle le sous-système éponyme a du mal à répondre. Comme une partie de l'eau provenant de Milluni passe par El Alto avant d'arriver à Achachicala, les soirs et les fins de semaine, une partie de l'eau de Milluni est transférée vers l'usine de potabilisation d'El Alto d'où elle est ensuite distribuée (Millon, 2010). Aussi la séparation augmenterait-elle au quotidien la vulnérabilité de la population, liée aux pénuries temporaires de production d'eau potable.

En cas de catastrophe, la vulnérabilité de la population serait encore plus évidente. Actuellement, lorsqu'un sous-système est endommagé, les autres sous-systèmes lui viennent en aide en opérant des transferts entre eux. Par exemple, EPSAS dépêche des camions-citernes qui s'approvisionnent dans les sous-systèmes qui continuent à produire de l'eau potable, pour ensuite la distribuer aux populations du sous-système endommagé. C'est ce qui s'est produit lors du glissement de terrain de janvier 2008 et encore en février 2011 (Hardy, 2009e ; 2011). Dans le cas du glissement de terrain de janvier 2008, EPSAS a même pu transférer de l'eau potable depuis le réseau de distribution du sous-système El Alto vers une partie du réseau du sous-système Pampahasi (Hardy, 2009e). La séparation du système de production et de distribution d'eau potable de l'agglomération entre les deux municipalités rendrait donc la capacité actuelle à gérer des situations d'urgence plus complexe à mettre en œuvre, augmentant *de facto* la vulnérabilité de la population.

Un autre niveau d'observations autour du traitement des eaux usées et des petits systèmes de production et de distribution d'eau potable souligne toutefois la précarité des complémentarités territoriales évoquées.

Le service de collecte des eaux usées est assez déficient : le réseau est beaucoup moins étendu que celui de distribution d'eau potable, et assez peu de consommateurs y sont connectés. Par conséquent, la majorité des consommateurs d'eau de l'agglomération déverse ses eaux usées dans des fosses septiques et des puits perdus (Peirera, 2007 ; Cochet, 2009), participant de la sorte amplement à l'instabilité des terrains urbanisés. Il existe pourtant une usine de traitement des eaux usées, localisée dans la partie orientale de l'agglomération, dans la municipalité d'El Alto : Puchuckollo. Même si la capacité et la qualité de traitement des eaux usées restent faibles, les pollutions alténiennes sont en partie contenues. En revanche, en l'absence d'une installation identique à La Paz (à cause des contraintes du site, Puchuckollo ne peut traiter que des eaux collectées à El Alto), les eaux usées sont collectées par le réseau de

torrents et déversées en aval, sans traitement, provoquant des pollutions dans une des zones de production maraîchère de l'agglomération. Assez paradoxalement, un meilleur accès à l'eau et une plus forte consommation d'eau potable à La Paz signifient aussi des retombées environnementales nettement plus négatives qu'à El Alto.

Plus intéressant encore : les petits systèmes de production et de distribution d'eau potable. Ils sont présents dans toute l'agglomération, mais ils sont assez mal connus. Il s'agit de systèmes qui fonctionnent avec des technologies plutôt simples : ils captent généralement d'assez faibles débits d'eau d'exsurgences et de puits, qu'ils potabilisent et distribuent localement (illustration 10). Ils étaient au moins au nombre de 80 en 2008, sachant qu'ils sont très difficiles à identifier (tous ne sont pas enregistrés auprès des autorités en charge). On les trouve plutôt dans les zones urbaines non couvertes par le grand système, à savoir les périphéries non connectées au réseau (espaces semi-urbains d'El Alto et de La Paz) et les zones urbaines non constructibles (versants occidentaux de La Paz) ; mais on les trouve aussi parfois dans les zones urbaines desservies par le grand système. Ils opèrent avec des statuts très variés, allant du comité d'eau à la coopérative (Eichholz, 2010).

À lire cette description, les petits systèmes ne semblent pas constituer un enjeu à l'échelle de l'agglomération. Ils sont pourtant très importants à plusieurs titres. Tout d'abord, seulement pour El Alto, en 2001, sur les 165 320 foyers interrogés, 3,6 % déclaraient s'approvisionner en eau par ce mode d'accès (Hardy, 2009b). Les consommateurs d'eau provenant de ces petits systèmes sont donc nombreux. Ensuite, les petits systèmes constituent de véritables alternatives d'approvisionnement en eau en cas de catastrophe. En effet, quand le fonctionnement du grand système est à la peine car endommagé, ne pas avoir à approvisionner les quelques dizaines de milliers d'habitants des petits systèmes est un véritable soulagement. En cas de catastrophe, les bénéficiaires des petits systèmes n'ont souvent à gérer que des problèmes techniques mineurs qui ne les privent que très rarement d'eau. Ceux des petits systèmes qui ont des débits suffisamment importants en eau peuvent par ailleurs se transformer en ressources pour approvisionner temporairement des éléments plus importants du fonctionnement urbain, localisés à proximité. Il s'agit d'éléments habituellement alimentés par le grand système comme les écoles, les centres de santé et dont l'arrêt provoque bien souvent une situation de crise qui peut facilement se propager à toute l'agglomération.

Par ailleurs, les petits systèmes permettent à une part non négligeable de la population de l'agglomération de s'approvisionner en eau, à un coût très faible, sans faire peser de menace sur le grand système dont la capacité actuelle de fonctionnement ne peut augmenter.

L'analyse de la carte de l'approvisionnement en eau potable montre donc que les interactions qui existent entre les territoires d'El Alto et de La Paz sont complexes, quelle que soit l'échelle retenue. Elle exprime l'importance d'aborder l'agglomération aussi comme un tout, au-delà des apparences.

© IRD/S. Hardy

Illustration 10
Simplicité des installations du petit système de la Coopérative (Niño Kollo Alto)

La dynamique urbaine

L'agglomération de La Paz n'est pas un objet statique. Elle est traversée de différentes dynamiques qu'il convient de démêler pour rendre compte de son fonctionnement. Ces dynamiques sont à appréhender à plusieurs échelles. D'une part, il convient de replacer l'agglomération dans la hiérarchie urbaine bolivienne : son évolution explique en effet l'importance du rapprochement entre les municipalités de La Paz et d'El Alto. À l'échelle de l'agglomération, les analyses démographique et spatiale permettent d'établir les convergences entre les deux municipalités, mais aussi de fournir une image des relations à l'espace de la population à partir de quelques formes de déplacements quotidiens.

La distribution de la population à deux moments différents

Planches 5a et 5b

Généralement, les cartes de répartition de la population représentent la population de la municipalité de La Paz, sans celle d'El Alto, et inversement. En traitant les données du recensement général de la population de 2001, une première carte intitulée « La population de nuit » localise l'ensemble de la population de l'agglomération, lorsqu'elle est présente dans son foyer (environ 1 428 000 personnes), à l'échelle des zones de recensement. Elle confirme ce que la carte de densité de population indiquait, à savoir la forte continuité entre les tissus urbains de La Paz et ceux d'El Alto, en dépit de la limite administrative. En effet, on observe sur cette carte de répartition de la population de nuit un premier espace où la population se concentre entre le centre de La Paz et le centre d'El Alto (à l'est de l'aéroport), rendant presque imperceptible la légère discontinuité qu'impose le versant abrupt qui sépare les deux municipalités. Ensuite, la population se répartit de manière assez homogène mais moins concentrée, au nord et au sud d'El Alto, de part et d'autre de l'aéroport. En dehors de ces deux espaces, la répartition de la population répond à la logique de la présence des rues principales : l'axe vers le sud-sud-est de La Paz, celui du nord de La Paz vers les Yungas, et celui du sud d'El Alto vers Oruro. En dehors de ces trois types de localisation, la population est éparse.

Durant le jour, une partie importante de la population n'est pas dans son foyer (au moins 471 050 personnes) (tableau 2), mais au travail, à l'école, etc. C'est pourquoi, outre la cartographie de la répartition de la population obtenue par le traitement des données du recensement général, qu'on peut qualifier « de nuit », il est intéressant de réaliser une cartographie de répartition de la population « de jour ». Pour cela, il faut avoir recours à d'autres données que celles du recensement général de la population.

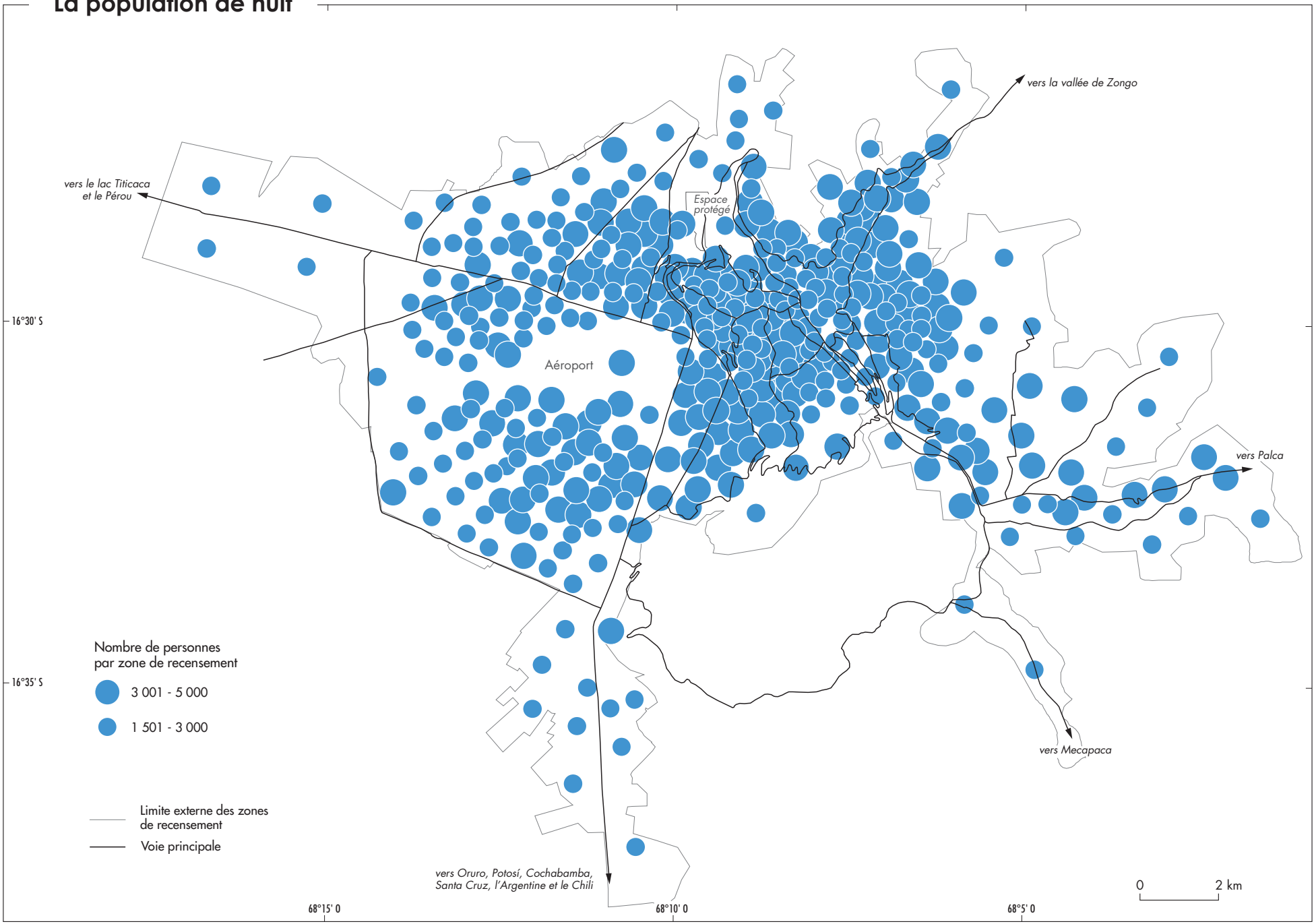
Tableau 2

Composition de la population de jour et population de nuit par municipalité

Municipalité	Population de jour			Population de nuit
	Travailleurs formels	*Scolaires*	**Total**	
La Paz	*104 958*	*122 850*	227 808	789 545
El Alto	*14 568*	*228 674*	243 242	638 172
Total	*119 526*	*351 524*	**471 050**	**1 427 717**

Sources : INE, 2001 ; GAMLP, 2007 ; Camara Departamental de Industria de La Paz, *2004 ; SEDUCA, 2009*

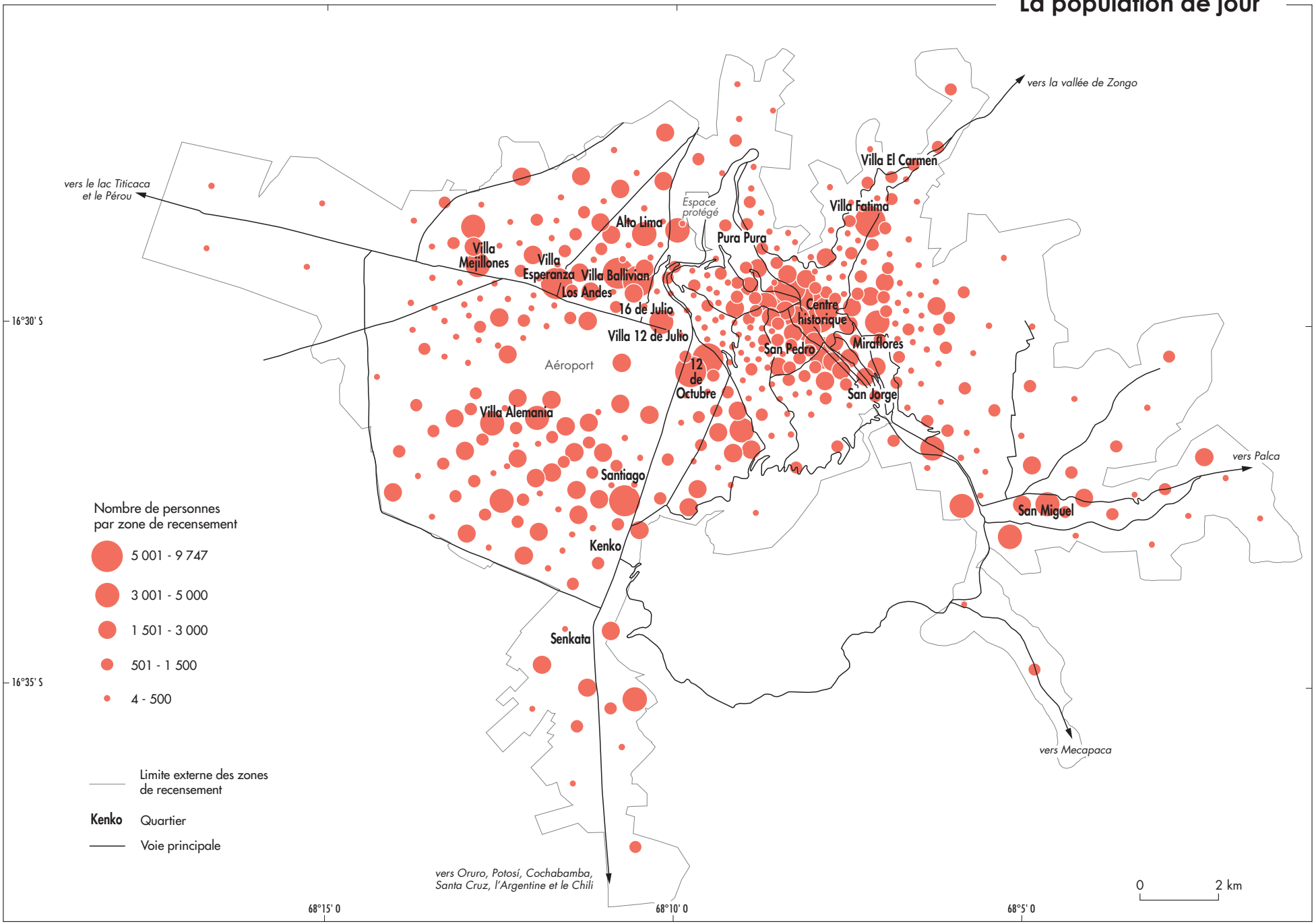
La population de nuit



Sources : INE, 2001 ; GAMLP, 2007 ; Camara Departamental de Industria de La Paz, 2004 ; SEDUCA, 2009

© IRD 2013

La population de jour



© IRD 2013

Sources : INE, 2001 ; GAMLP, 2007 ; Camara Departamental de Industria de La Paz, 2004 ; SEDUCA, 2009

Dans le courant de l'année 2007, la *Oficialía mayor de promoción económica*[22] du Gouvernement autonome municipal de La Paz (GAMLP) a réalisé un recensement qui distingue trois activités économiques : l'hôtellerie, l'industrie et les services. La fiche de recensement était organisée en sept champs qui ont permis de localiser dans l'espace les établissements économiques et de les qualifier (activité précise, nombre d'employés, jours et horaires de fonctionnement, équipements disponibles, etc.). Par ailleurs, à partir des données sur les activités économiques d'El Alto, collectées par la *Camara Departamental de Industria de La Paz*[23] en 2004, un traitement assez similaire à celui sur les données de La Paz a été réalisé pour localiser les travailleurs du secteur formel d'El Alto.

Pour compléter cette première approche de la répartition de la population de jour, on a ajouté, et cela concerne les jours de la semaine, la localisation des enfants scolarisés. Pour cela, la base du SEDUCA La Paz permet de savoir que pour l'année scolaire 2009, 351 524 enfants sont scolarisés dans des établissements publics et privés de La Paz et d'El Alto jusqu'au dernier niveau de l'enseignement secondaire.

La cartographie qui résulte de cette base de données inédite – travailleurs formels et enfants – n'est certes pas celle de la population de jour dans sa totalité, mais son analyse fournit déjà quelques indications intéressantes.

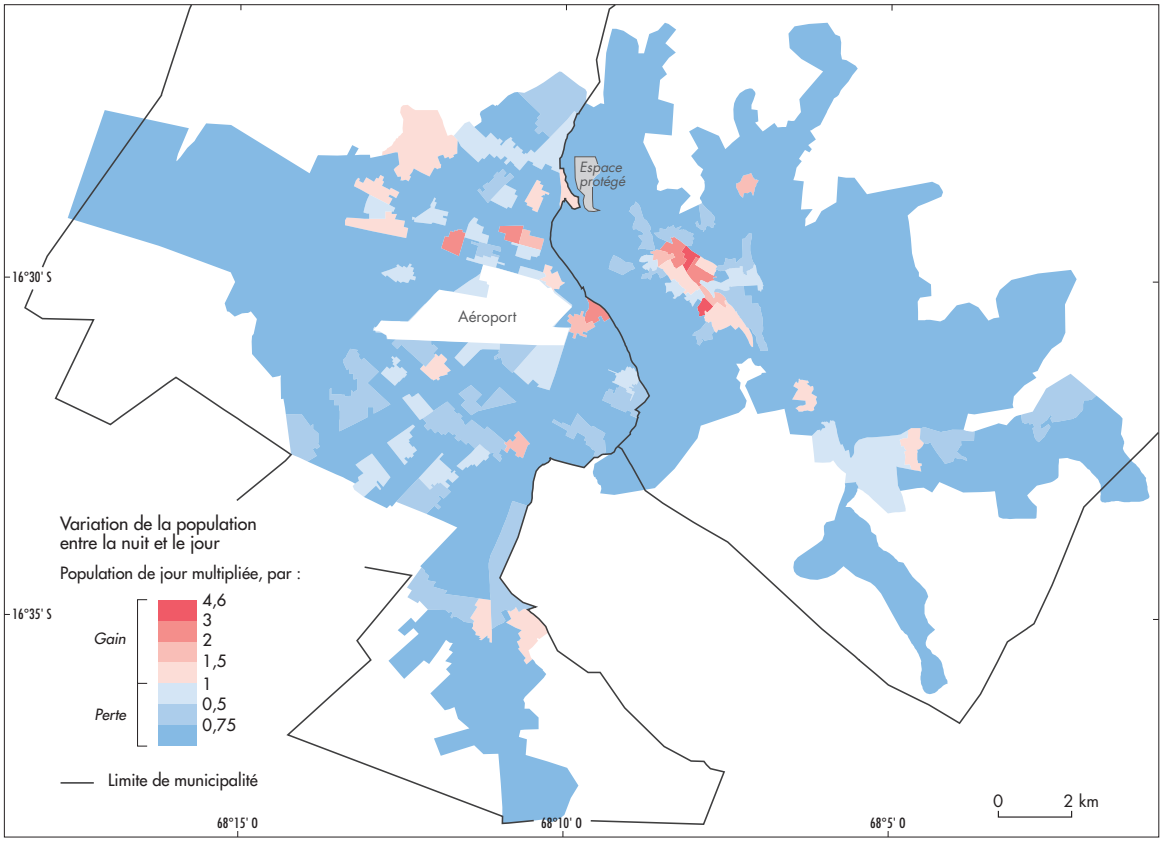
L'analyse de la carte de la population de jour montre la forte concentration de population de jour dans le centre de La Paz. Contrairement à la répartition de nuit, la population de jour est beaucoup plus circonscrite dans l'espace. Il s'agit essentiellement des quelques lieux dans et autour du centre historique de La Paz (*Casco Urbano Central* – CUC – et quartier de San Pedro) qui concentrent les activités tertiaires (emplois des administrations de l'État, du département et de la municipalité et emplois des sièges sociaux des entreprises ; emplois des activités commerciales). En effet, sur environ 120 000 emplois formels, 88 % sont localisés dans la municipalité de La Paz. À cet égard, il est important de souligner que de nombreux travailleurs à La Paz résident à El Alto et se déplacent donc chaque jour ouvrable pour se rendre sur leur lieu d'emploi. La lecture de la figure 4 de variation de la population entre la nuit et le jour montre bien ce phénomène : les gains de population s'effectuent essentiellement au profit des espaces de La Paz, surtout ceux du centre et secondairement, une bande qui prolonge cet espace vers le nord, une partie de l'espace de la zone sud de la municipalité et deux espaces sur le versant nord-est de la municipalité. Il s'agit des quartiers de San Miguel, de Los Andes, de San Jorge, Miraflores. Par exemple, Los Andes réunit d'importantes activités commerciales, tout comme San Miguel. San Jorge concentre des activités de services, plutôt du secteur privé. Le quartier de Miraflores accueille les principaux établissements médicaux de la municipalité et attire des activités de services liés au secteur médical. El Alto a également ses espaces qui concentrent des activités commerciales d'importance : 12 de Octubre, Santiago, Alto Lima et Villa Ballivian, ces deux derniers abritant l'essentiel du marché bihebdomadaire 16 de Julio, certainement le plus grand et diversifié de Bolivie.

Un troisième type de concentration de jour fait ressortir une fois de plus l'importance des principales rues : dans une agglomération où la topographie complique la circulation, les entreprises commerciales et industrielles privilégient la proximité des rues principales. C'est assez visible à El Alto, au nord et au sud de l'aéroport, respectivement le long des rues en direction du Pérou (Villa 12 de Julio, Villa Esperanza, Villa Mejillones) et du centre du pays (Kenko, Senkata, Villa Alemania), où les concentrations de la population en chapelets représentent les principaux lieux

22 ▸ Direction générale de la promotion économique.
23 ▸ Recensement des activités industrielles réalisé par la Chambre départementale de l'industrie de La Paz.

Figure 4

Estimation de la variation de la population entre la nuit et le jour dans l'agglomération pacénienne



Sources : INE, 2001 ; GAMLP, 2007 ; Camara Departamental de Industria de La Paz, *2004 ; SEDUCA, 2009*

d'activités commerciales et industrielles de l'agglomération. La même logique est visible au nord-est de La Paz en direction des Yungas où se concentrent les activités liées au commerce avec les vallées tropicales du département. Quant au quartier de Villa Fatima, il héberge des activités industrielles en grands établissements, comme des fabriques de textile, qui attirent des activités de services dépendantes. Pura Pura est un quartier d'activités industrielles de La Paz, qui profite de la proximité de la route vers El Alto. Quant au quartier de Villa El Carmen, c'est la présence d'un établissement de services de production et de distribution d'eau (EPSAS S.A.) employant plus de 550 personnes qui le fait apparaître. Tous les employés ne sont cependant pas sur le site du siège social : ils se distribuent sur différents sites de l'entreprise dans La Paz et El Alto alors qu'ils sont administrativement comptabilisés au siège social.

En dehors de ces trois types d'espaces, la concentration de la population de jour traduit plutôt la localisation des établissements éducatifs, mieux répartis dans l'espace des deux municipalités. Comme pour les employés du secteur

formel, certains des enfants scolarisés à La Paz proviennent d'El Alto, mais le phénomène est beaucoup plus marginal puisque comme l'indique la carte de la répartition de la population de jour, l'offre éducative est importante et bien distribuée dans la municipalité d'El Alto, même si elle est souvent considérée comme de moins bonne qualité. Par ailleurs, puisqu'il est assez difficile d'inscrire un enfant dans une autre municipalité que celle de son lieu de résidence, au moins dans le secteur public, on peut estimer que les cas de déplacements quotidiens liés à la scolarité sont plutôt marginaux.

La comparaison des cartes de répartition de la population de jour et de nuit invite à formuler de nouveaux commentaires. Tout d'abord, la répartition de la population diffère fortement entre la nuit et le jour, assez largement au profit de La Paz, même si certains espaces d'El Alto s'affirment grâce à des activités commerciales et industrielles destinées au fonctionnement de l'agglomération. Au sein de La Paz, la répartition s'opère surtout au bénéfice du centre historique, de ses alentours et de la partie sud de la ville. Même si la somme de la population de jour n'est pas identique à celle de nuit, en raison de l'absence de données complètes de la population de jour, la variation donne une indication générale des flux des déplacements quotidiens de la population durant les jours ouvrables (illustration 11).

Par ailleurs, en dépit de ses nombreuses imperfections inhérentes aux données, cette cartographie élémentaire de la population de jour indique aussi aux gestionnaires urbains où se concentre les jours de la semaine une partie de la population. Cette information ouvre la réflexion, par exemple sur la localisation et les caractéristiques des moyens disponibles en situation d'urgence dans ces espaces, pour venir en aide à la population de jour et de nuit. Elle éclaire ainsi certains facteurs de la vulnérabilité de l'agglomération.

En effet, si l'on considère que la population est l'enjeu le plus important à protéger face à un événement d'origine naturelle ou anthropique pouvant causer des dommages en milieu urbain, il faut d'abord pouvoir localiser celle-ci avec précision. Avec la répartition de la population de jour et de nuit, les gestionnaires urbains disposent d'un outil qui leur donne la possibilité d'ajuster dans l'espace, les actions de gestion des risques, comme la distribution des éléments qui peuvent être utiles au secours de la population en situation d'urgence (ambulances, centres de santé, brigades des organismes de secours, etc.) et la distribution de cette population. Cette information élémentaire permet aux autorités de mieux maîtriser les incertitudes liées à une situation d'urgence qui peut survenir à n'importe quel moment du jour ou de la nuit.

© IRD/S. Hardy

Illustration 11
Place Pérez Velazco, point de rupture de charge pour les populations venant d'El Alto et La Paz.

L'évolution de la tache urbaine 1976-2006
Planche 6

La carte de l'évolution de la tache urbaine indique quelles ont été les grandes étapes de l'urbanisation de l'agglomération pacénienne entre 1976 et 2006. Certaines étapes sont communes aux deux principales municipalités qui la composent, d'autres leur sont propres.

En 1976, l'agglomération s'étendait depuis le fond de la vallée occupé par le torrent Choqueyapu (également appelé La Paz) où la ville de La Paz s'est installée[24] jusque sur le rebord du plateau altiplanique qui la borde à l'ouest. Jusqu'en 1985, il existait des logiques fonctionnelles entre les différents espaces de l'agglomération. Par exemple, dès le premier tiers du XXe siècle, de grandes entreprises[25] s'étaient installées sur le plateau dominant La Paz. Avec cette localisation, elles profitaient de la disponibilité de vastes superficies constructibles en terrain plat et de la présence d'un pôle logistique étoffé (point de convergence des principales routes et voies ferrées nationales, aéroport, service des douanes). La tache urbaine de 1976 traduisait ces logiques fonctionnelles communes.

À El Alto, la tache urbaine s'est développée autour des principales infrastructures de transport (aéroport, voies routières nationales, souvent doublées de voies ferroviaires). En 1976, le paysage alténien était surtout industriel et peu dense. Ponctuellement, des logements auto construits, plus rarement des opérations planifiées de lotissements résidentiels s'étaient insinuées entre les espaces industriels. En effet, dès la fin des années 1940, El Alto est une extension de La Paz par déversement urbain (Sandoval et Sostres, 1989 ; Sandoval et Ayllon, 1992). Par exemple, Villa Dolores a été le premier quartier d'El Alto à voir le jour en 1944, édifié de manière spontanée. En 1952, on recensait 6 quartiers qualifiés de marginaux puisqu'ils n'avaient ni service ni infrastructure élémentaire. À partir de 1957, on a commencé à construire des lotissements destinés à des corps de fonctionnaires de l'État (surtout policiers et douaniers) : Ciudad Satélite, Villa Santa Rosa, Rosas Pampas) (Getino et Medinaceli, 2005). On comptait 11 quartiers en 1964, 75 en 1980 et 140 en 1984 ; près de 300 en 1995.

De son côté, en 1976, le paysage pacénien s'organisait autour d'un centre historique et de ses extensions (San Pedro, Sopocachi, Miraflores) où le bâti avait commencé à se densifier en hauteur en cédant la place aux activités tertiaires. Progressivement chassée du centre, la fonction résidentielle avait commencé à partir à l'assaut, d'une part des versants occidentaux et orientaux de la vallée, en les occupant de manière plutôt spontanée (Llojeta, San Antonio) ; d'autre part du fond de la vallée en direction du sud où l'urbanisation est contrôlée par les populations aisées (Obrajes, San Miguel).

La réforme agraire de 1953, puis la privatisation des mines en 1985 (Franqueville, 2000 ; Arbona et Kohl, 2004), ainsi que les contraintes topographiques du site de La Paz ont favorisé l'urbanisation d'El Alto. Ses habitants ont migré par vagues successives vers la ville de La Paz et, à cause du remplissage de l'espace de celle-ci, de manière centrifuge, ils se sont installés dans ses environs. La croissance d'El Alto s'explique donc d'abord par un déversement démographique opéré depuis La Paz, par l'arrivée saccadée de vagues migratoires, et enfin, par la croissance naturelle d'une population à la structure restée très jeune. Mais, les revendications de sa population n'ont pas été sérieusement prises en compte par les autorités municipales pacéniennes : aucune politique urbaine n'était destinée à gérer le développement alténien (services élémentaires, infrastructures) et les problèmes sociaux qu'il provoquait (Baby, 1995 : 43). Pourtant, le *Plan de Desarrollo Urbano*[26] (PDU)

24 ▸ Les Conquistadors ont fondé Notre-Dame de La Paz en 1548 sur l'Altiplano. Quelques mois plus tard, ils l'ont déplacée d'une quarantaine de kilomètres jusqu'à la vallée du torrent Choqueyapu, afin de protéger la ville de la rigueur du climat de l'Altiplano (bourrasques glaciales de vent, basses températures, précipitations neigeuses) qui avait alors endommagé les édifices et les cultures.

25 ▸ L'entreprise de navigation du lac Titicaca, l'entreprise ferroviaire La Paz-Guachi, la compagnie nationale d'aviation (LAB) autour de l'aéroport créé en 1935, la compagnie nationale du pétrole bolivien (YPFB).

26 ▸ Plan de développement urbain.

de 1977 constatait qu'El Alto fournissait 8 % des recettes fiscales de la municipalité, alors qu'il ne bénéficiait en retour d'investissements qu'à hauteur de 5 % du total. De leur côté, les quartiers résidentiels aisés du sud de la ville fournissaient 10 % des recettes fiscales et recevaient 22 % des investissements (BRGM *et al.*, 1977). De fait, entre 1976 et 1996, la planification urbaine a été très largement défaillante (Durán *et al.*, 2007). Jusqu'en 1988, l'héritage hispanique de ségrégation des populations (Mayorga, 1997) explique que les quartiers habités pour l'essentiel de populations d'origine indienne (en majorité Ayamara et Quechua) comme ceux d'El Alto, n'aient pas fait l'attention d'une planification rigoureuse. C'est dans ce contexte de divergences croissantes que les Alténiens ont acculé le législateur à ériger les quartiers d'El Alto en une municipalité, mettant en place deux espaces bien distincts.

À partir de 1996, la description de la tache urbaine amène à distinguer les deux municipalités et leurs dynamiques. L'évolution de la tache urbaine est d'autant plus divergente entre El Alto et La Paz que la création de limites municipales à partir de 1988 a dressé dans l'agglomération une frontière administrative où des politiques urbaines distinctes s'appliquent de part et d'autre.

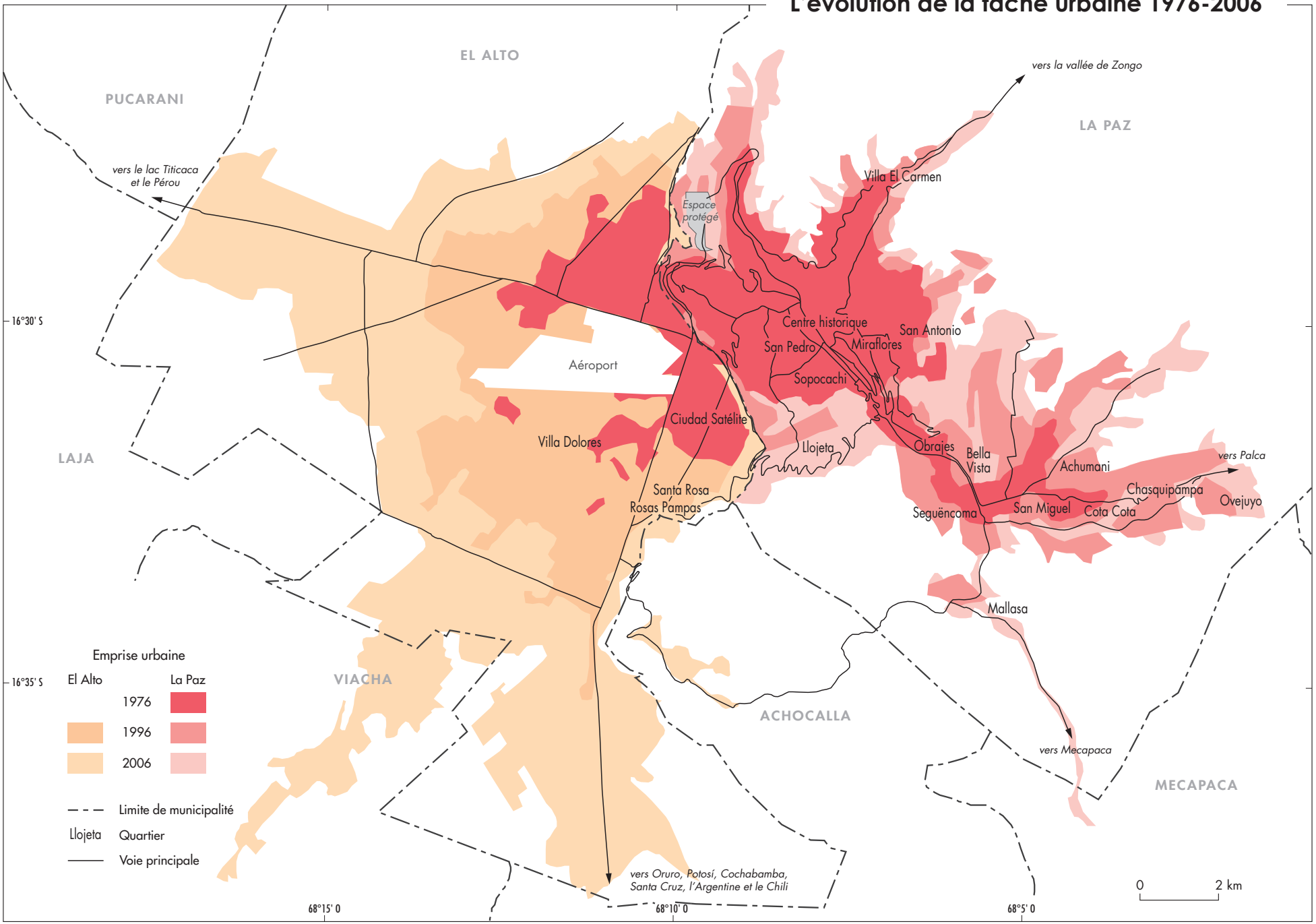
En 1996, la tache urbaine d'El Alto se caractérisait par sa forme semi-circulaire adossée à la bordure de la vallée à l'est. Elle s'étendait vers le nord, l'ouest et le sud, à partir des voies routières radiales qui contournaient l'aéroport. Cette description occulte cependant les difficultés pour contrôler la croissance urbaine, provoquées par la création de la municipalité d'El Alto en 1988. En effet, à partir de 1988, il s'agissait d'organiser de nouveaux services municipaux : planification, cadastre, urbanisme, etc., étaient jusqu'alors des services opérés depuis La Paz. Mais, la nouvelle municipalité d'El Alto était plutôt pauvre en ressources (Obermaier, 1999 : 63), d'autant que le recouvrement d'impôts y est difficile[27]. La municipalité n'avait donc pas réussi à structurer une équipe suffisamment expérimentée pour répondre à la situation, alors même que la forte croissance démographico-spatiale exigeait d'agir à la fois rapidement et efficacement. L'inexpérience des jeunes techniciens de la municipalité alténienne éclaire donc en partie les incohérences actuelles de l'urbanisation. Habitués à être livrés à eux-mêmes, les habitants acceptaient mal les décisions d'urbanisme arrêtées par les instances municipales. Devant la faiblesse du pouvoir municipal pour établir les grandes orientations urbaines à suivre, des techniciens municipaux pour appliquer les règlements, l'urbanisation a largement été aux mains des Comités d'habitants. À El Alto, ces derniers sont très organisés et actifs. El Alto s'est d'ailleurs construit grâce aux luttes tenaces des habitants. C'est cette image qu'on retient souvent d'El Alto : une ville qui se caractérise par des mobilisations populaires revendiquant la satisfaction des demandes de ses habitants, échappant ainsi aux autorités représentatives légales (García Linera, 2006 ; Poupeau, 2007 ; 2008).

L'urbanisation alténienne est largement le produit des habitants eux-mêmes. Les habitants ont très souvent autoconstruit leur logement, sur des terrains dont la propriété n'était généralement pas encore légalisée (Durán *et al.*, 2007). D'ailleurs, il existe un marché foncier urbain particulièrement dynamique, aux mains de lotisseurs, qui vendent illégalement des terrains aux nouveaux arrivants, obligeant bien souvent les services municipaux à acter *a posteriori* l'urbanisation. Ces lotisseurs ne se préoccupent pas des conséquences à moyen et long termes, à lotir un terrain dans un lit majeur de cours d'eau par exemple.

Dans une deuxième étape, structurés en comités d'habitants au moins dès la décennie 1950, les habitants d'un quartier naissant se concertaient pour exiger l'installation des

27 ▸ Voir par exemple, le cas des protestations du 8 septembre 2003 contre le formulaire dénommé Maya y Paya : ce projet de la Mairie devait conduire à une augmentation de la fiscalité locale (García Linera, 2006).

L'évolution de la tache urbaine 1976-2006



© IRD 2013

Sources : GAMLP, 2011 ; GAMEA, 2011

services, comme l'électricité et l'eau. Ils réalisaient aussi des travaux collectifs, destinés à l'équipement de leur quartier, généralement les fins de semaine, par autofinancement : pavage des rues, construction d'une maison de quartier, de trottoirs ; réalisation d'une place de quartier avec jeux pour les enfants et terrains de sport, etc. Les services municipaux se trouvaient souvent confrontés à l'obligation de dresser ultérieurement l'acte juridique de cette urbanisation alténienne, même si les normes arrêtées n'étaient pas respectées. Ce processus d'urbanisation explique que la tache urbaine alténienne se caractérise aujourd'hui par un paysage souvent désordonné, peu dense, mêlant les activités industrielles, commerciales, résidentielles et les infrastructures.

De son côté, entre 1976 et 1996, la tache urbaine de La Paz renforce sa forme linéaire nord-sud, le long de la vallée du torrent Choqueyapu et de ses principaux affluents. Alors que les politiques de logement étaient presque inexistantes (Durán *et al.*, 2007), par opportunisme politique dans une période de forte instabilité municipale, les maires pacéniens successifs (Mayorga, 1997 : 287) ne sont pas intervenus contre l'urbanisation illégale des versants abrupts et des lits majeurs des torrents (GMLP, 2007), pourtant déclarés inconstructibles (BRGM *et al.*, 1977). Les populations à la recherche d'un logement ont donc pu s'installer dans des zones exposées aux menaces d'origine naturelle. C'est ainsi que les versants de la vallée se sont remplis (Villa El Carmen, Bella Vista), de même que les lits majeurs des affluents du Choqueyapu (Seguëncoma, Achumani, Cota Cota) : les premiers au profit des populations plutôt pauvres et les seconds des populations plutôt aisées.

La tache urbaine en 2006 indique que la croissance spatiale s'effectue dorénavant plutôt à El Alto. En effet, l'espace pacénien est rempli et il est désormais difficile de l'étendre, sinon par mitage des zones rurales des municipalités voisines (Chasquipampa, Ovejuyo, Mallasa) (Urquizo, 2006 ; Vettraino, 2012) ou par l'urbanisation de plus en plus dangereuse des versants qui aboutit souvent à des événements catastrophiques (Hardy, 2011).

À El Alto, la tache urbaine continue de progresser en suivant la dynamique semi-circulaire observée dès 1996, à partir des voies routières radiales. Elle investit les espaces ruraux périphériques et déborde déjà sur les municipalités voisines comme Achocalla (illustration 12) et Viacha (Urquizo, 2006). Le processus d'urbanisation continue à être assez désordonné. Des tentatives d'amélioration de l'urbanisation ont pourtant été entreprises par les autorités municipales et nationales. Par exemple, la Fondation catholique Cuerpo del Cristo a été préposée par la présidence de la République à travers la commission bolivienne chargée de combattre la pauvreté, de planifier le développement d'El Alto. Elle a produit divers documents, dont un Plan de régulation en juin 1999 et un Plan d'aménagement urbain en juin 2000. Ces analyses ont notamment permis de réfléchir à l'usage du sol, en partant

Illustration 12

Déversement urbain du plateau alténien vers la municipalité d'Achocalla

© IRD/S. Hardy

du constat de son non-contrôle (Obermaier, 1999 : 36) : division des terrains qui dès l'origine ne respectent pas les formes et les tailles adéquates ; construction des quartiers qui ne tient compte ni de la topographie ni des activités ; équipements des quartiers réalisés par les habitants, désarticulés d'avec le reste du tissu urbain ; structure viaire défaillante et sans continuité ; faibles densités qui rendent difficile un aménagement efficace (illustration 13) ; etc. Les propositions d'aménagement du territoire, fondées sur une meilleure répartition des populations et de leurs activités à El Alto, à travers notamment un redécoupage des districts (Obermaier, 1999 : 64-68) n'ont, malgré les nécessités constatées, jamais été pleinement acceptées par les populations, et donc appliquées. Cela contribue à expliquer pourquoi des logements continuent à être construits à proximité des usines, dans les lits des cours d'eau, sur d'anciennes décharges, ce qui justifie en partie les manifestations des risques (Hardy, 2008). Fin 2011, la municipalité d'El Alto recense plus de 700 quartiers.

À La Paz, l'évolution du tissu urbain entre 1996 et 2006 s'est surtout traduite par le remplissage de l'espace par densification, même quand celui-ci est normalement inconstructible. La municipalité pacénienne a ainsi démultiplié les ouvrages d'ingénierie destinés à faciliter l'urbanisation résidentielle, notamment en permettant la construction des infrastructures de transport nécessaires à l'intensification de l'urbanisation (illustration 14). Secondairement, le mitage des espaces ruraux des municipalités voisines a aussi favorisé l'expansion urbaine pacénienne, dans les parties sud et le sud-est de l'agglomération, provoquant des conflits entre les municipalités autour des limites municipales (Urquizo, 2006). Ces derniers traduisent finalement le fait que la dynamique d'évolution du tissu urbain correspond désormais à celle d'une agglomération prise dans son ensemble, où les espaces se spécialisent dans certaines fonctions (résidentielles, industrielles, commerciales, agricoles, de loisirs, etc.).

Illustration 13

Le paysage semi-urbain peu dense du quartier illégal Santa Rosa dans le district 6 d'El Alto

© IRD/S. Hardy

Illustration 14

Chenalisation du Río Choqueyapu pour permettre la construction des voies nord-sud essentielles à l'urbanisation pacénienne.

© IRD/S. Hardy

Le poids démographique de La Paz et d'El Alto

Pour mener une analyse pertinente, la dynamique démographique doit être appréhendée à l'échelle de La Paz et à celle d'El Alto, mais également d'une manière conjointe, afin de permettre des comparaisons et apporter des explications aux phénomènes observés.

Prise dans le temps, l'évolution de la population de La Paz montre un accroissement progressif entre 1950 et 1992, puis son très net ralentissement (figure 5). Pendant la période 1950-1992, La Paz a été le réceptacle des migrations de populations pauvres liées aux réformes agraires des années 1950 et à la crise de l'activité minière du milieu des années 1980.

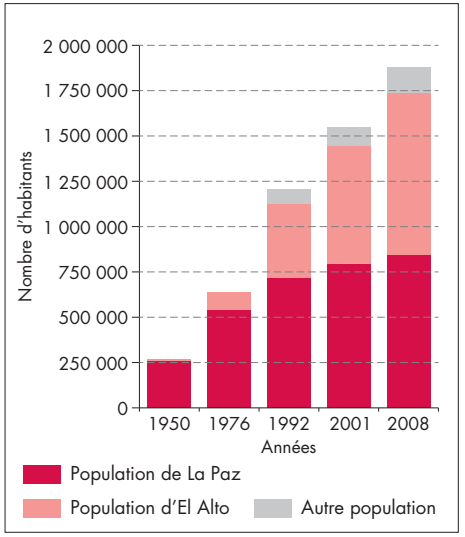
En revanche, entre 1950 et 1976 l'accroissement démographique d'El Alto est modéré. El Alto est alors une zone urbaine de La Paz plutôt délaissée. Si certaines zones ont été urbanisées précocement, leurs habitants ont dû longtemps patienter avant d'obtenir des services et infrastructures urbains, faits freinant la croissance d'El Alto pendant cette période. Par exemple, le quartier 16 de Julio est créé en 1950, mais il ne sera connecté au réseau électrique qu'à partir de 1955 et au réseau d'eau potable qu'à partir de 1957. En 1970, la mairie de La Paz a commencé à déconcentrer une petite partie de ses services à El Alto en y installant une annexe, mais de nombreuses démarches ont continué à obliger les habitants d'El Alto à se rendre au centre de La Paz. C'est la progression de l'exode rural sur l'Altiplano et les soubresauts de la crise des activités minières qui expliquent le fort accroissement de la population altiénienne à partir de 1976. Si entre 1976 et 1992, la croissance moyenne annuelle de la population bolivienne est de 2,11 %, ce taux est très nettement inférieur à La Paz (1,8 %), alors qu'El Alto atteint un taux bien supérieur avec 9,5 %. En effet, même si La Paz a d'abord bénéficié de l'arrivée des migrants, elle s'est vite remplie, ne disposant pas des terrains urbanisables pour faire face à la demande. La croissance urbaine s'est donc vite redéployée sur El Alto qui reçoit par vague de nouveaux habitants.

La séparation des deux villes en 1988 a marqué leurs différenciations en termes de dynamisme démographique. Si entre 1992 et 2001, la croissance moyenne annuelle de la population bolivienne a été de 2,74 %, elle s'est élevée à 5,05 % à El Alto alors qu'elle atteint péniblement 1,1 % à La Paz.

Entre 1992 et les projections de population effectuées pour 2008, la population de La Paz a donc continué à croître, mais beaucoup plus lentement que sur les périodes précédentes. Fortement concurrencées par celles de Santa Cruz, ses activités industrielles (surtout liées à l'industrie textile) et commerciales sont sur le déclin. La Paz doit essentiellement sa croissance à l'activité administrative de l'État qui, en lui garantissant des emplois stables, maintient une population qui se renouvelle grâce à un niveau de vie plus élevé que la moyenne bolivienne, grâce à un accès à des services et infrastructures de meilleure qualité. Ce niveau de vie n'a toutefois été maintenu qu'en rejetant la population la plus pauvre. Cette dernière s'est réfugiée à El Alto où, malgré certaines conditions de vie très dures, elle a trouvé des avantages pour se développer (marché foncier disponible, peu contrôlé et encore bon marché, bonnes infrastructures de communication avec La Paz et le reste du pays, etc.). Depuis quelques années, les migrations rurales constituent moins le facteur d'explication du taux de croissance démographique d'El Alto que le décloisonnement familial d'une population encore très jeune qui trouve à El Alto l'espace où se déployer.

Figure 5

Évolution de la population de La Paz, d'El Alto et de l'ensemble de l'agglomération entre 1950 et 2008



Sources : INE, 2001 ; Montes de Oca, 2005

Malgré l'attraction qu'exerce la ville de Santa Cruz sur la population bolivienne, la conjoncture économique et politique sur l'Altiplano, associée au phénomène d'agglomération a permis la forte progression de la population de l'agglomération de La Paz depuis 1950. La densité progressant peu, l'agglomération s'étend spatialement, se déversant et englobant à partir de 1992 les populations des municipalités voisines comme Viacha, Achocalla, Mecapaca, Laja. Les projections démographiques effectuées en 2010 par l'*Instituto Nacional de Estadística* (INE) donnaient un poids démographique à El Alto (896 773 habitants) désormais supérieur à celui de La Paz (839 905) dans l'agglomération. Les observations réalisées de l'urbanisation alténienne par rapport à la pacénienne semble confirmer ces projections.

Cette dynamique démographique se traduit également en termes d'occupation de l'espace. En 1942, El Alto n'est encore composée que de quelques espaces dispersés à vocation industrielle et de services. On a donc uniquement comptabilisé la superficie de La Paz, soit 1 850 hectares urbanisés[28], ce qui traduisait une assez forte concentration de la population dans l'espace urbain[29].

À partir de 1976, l'évolution de la superficie urbanisée indiquait déjà le mécanisme actuellement en œuvre dans l'agglomération. En 1976, la superficie urbanisée de La Paz a presque doublé par rapport à 1942, multipliée par 1,8 en 34 ans. Cette observation indique que l'accroissement démographique provoqué par l'expulsion de paysans suite à la réforme agraire de 1952 s'opérait moins par densification du tissu urbain que par étalement spatial. Le fonctionnement du marché foncier pacénien expliquait cette situation. En effet, celui-ci était assez rigide, notamment en raison du peu de terrain constructible disponible, rendant ce dernier trop onéreux pour permettre à une grande partie des migrants venus s'installer à La Paz de l'acquérir. Ils se sont donc installés sur des terrains non constructibles, vendus par des lotisseurs ou par leurs propriétaires (communautés rurales, individus), souvent sans même savoir que les titres de propriétés fournis n'étaient pas légaux. Les migrants trop pauvres pour accéder à ce marché foncier illégal pacénien ont trouvé à se loger à El Alto où le terrain disponible paraissait illimité. Là aussi, ils ont acheté les terrains à des lotisseurs ou aux propriétaires, souvent sans recevoir de documents légaux en échange. Par ce mécanisme, en 1976, 2 700 hectares étaient urbanisés à El Alto. Donc, en 1976, par rapport à 1942, la superficie urbaine de La Paz augmentée de celle d'El Alto a été multipliée par 3,2 en 34 ans.

En 1992, la séparation entre les municipalités de La Paz et d'El Alto a eu lieu. La superficie urbaine pacénienne a pourtant continué à progresser, en doublant presque en seulement 16 ans (6 400 hectares), tandis que celle d'El Alto faisait plus que doubler (6 000 hectares, soit une superficie multipliée par 2,2 en 16 ans). Cette fois, c'est l'expulsion de familles de mineurs, liée à la crise que traversa le secteur dans le milieu des années 1980, qui explique principalement l'extension spatiale des deux municipalités. À La Paz, en dépit du déjà trop-plein urbain, essentiellement pour des raisons électoralistes, les terrains non urbanisables ont continué à accueillir des familles. Et El Alto, en raison des difficultés rencontrées par les autorités pour contrôler l'urbanisation, a continué à accueillir les familles les plus démunies ne trouvant pas à se loger à La Paz.

Ce qui est remarquable en 2007, c'est moins que La Paz tout comme El Alto ait continué à s'étendre, c'est la divergence des deux municipalités. La multiplication de l'espace urbanisé pacénien n'est plus que par 1,1 en 15 ans (7 316,6 hectares). En revanche, El Alto est parvenue à

28 ▸ Dans cet ouvrage, sauf mention explicite, on fera toujours référence à la superficie urbanisée des municipalités, calculée en 2007 à partir de l'interprétation d'une image satellitale. En effet, en l'absence de limites municipales reconnues pour La Paz, la superficie totale (espaces urbanisés et espaces ruraux) annoncée par les documents issus de la municipalité de La Paz inclut parfois des espaces d'autres municipalités. En interprétant l'espace urbain à partir d'une image satellitale, on réussit partiellement à corriger ce problème.

29 ▸ À titre de comparaison, en 2012, Paris *intra-muros* a une superficie de 10 539 hectares (105,4 km²), 8 692,8 hectares sans les bois de Vincennes et de Boulogne.

continuer à doubler son espace urbanisé (13 411 hectares, soit une multiplication supérieure à 2,2) pendant le même laps de temps, atteignant une superficie urbanisée presque double de celle de La Paz. Entre 1992 et 2007, la divergence entre les deux municipalités s'explique d'une part, par un ralentissement de l'augmentation de la population pacénienne, au bénéfice d'El Alto, et par la densification de son espace d'autre part, tandis qu'El Alto s'étend encore essentiellement de manière horizontale.

Actuellement, deux mécanismes distincts sont donc observables dans l'agglomération. Il y a une densification dans la municipalité de La Paz, même si de manière marginale l'espace urbanisé augmente aussi en empiétant sur les municipalités voisines (Mecapaca, Achocalla, Palca). Un déversement horizontal d'El Alto d'une part, vers ses propres espaces ruraux oblige les autorités municipales à régulièrement déclarer urbains des espaces auparavant classés ruraux et d'autre part, vers les municipalités voisines où le contrôle de l'urbanisation est toujours moins strict qu'à La Paz et même qu'à El Alto.

L'évolution de la hiérarchie urbaine bolivienne

Planche 7

Pour comprendre la dynamique démographico-spatiale actuelle au sein de l'agglomération de La Paz, il est nécessaire de la replacer dans le contexte de l'évolution de la hiérarchie urbaine bolivienne sur un temps plus long (de 1900 à 2001).

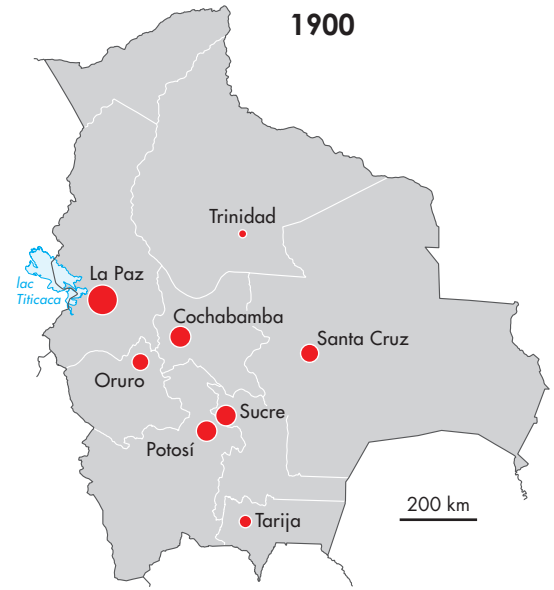
Jusqu'en 1950, la trame urbaine bolivienne reflétait l'héritage de la période coloniale et de l'Indépendance. La Bolivie n'était pas urbaine et les villes étaient des centres au service du monde rural et minier. Sucre (illustration 15), capitale fantôme, proposait, tout comme Cochabamba (illustration 16), Santa Cruz, Tarija et Trinidad, des services à ses campagnes. Potosí (illustration 17), le centre urbain de l'époque coloniale grâce aux activités minières, était déjà en perte de vitesse, entraînant dans son sillage Oruro (illustration 18).

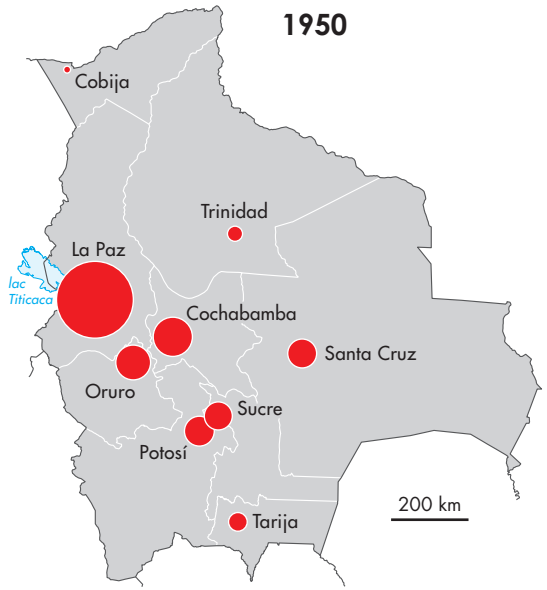
Illustration 15

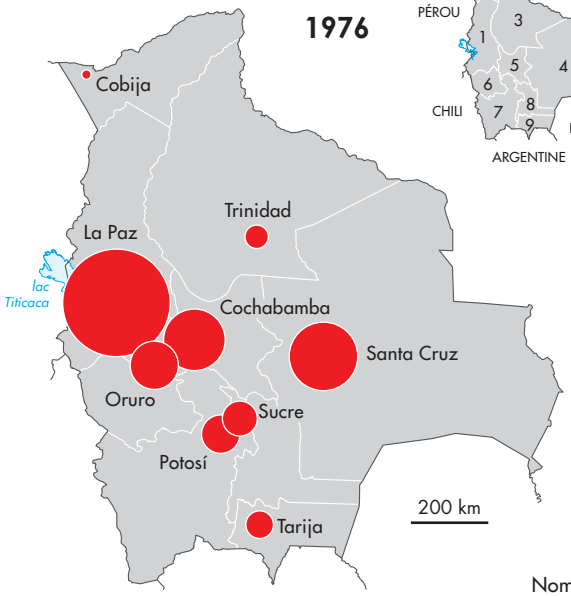
Sucre, une ville coloniale assoupie

© IRD/S. Hardy

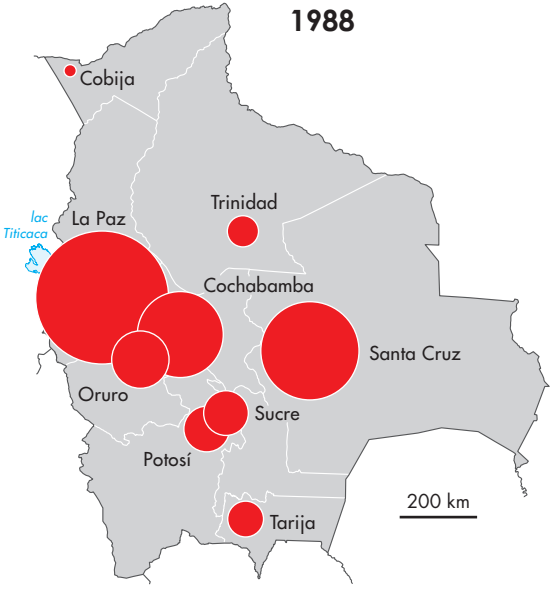
L'évolution de la hiérarchie urbaine bolivienne

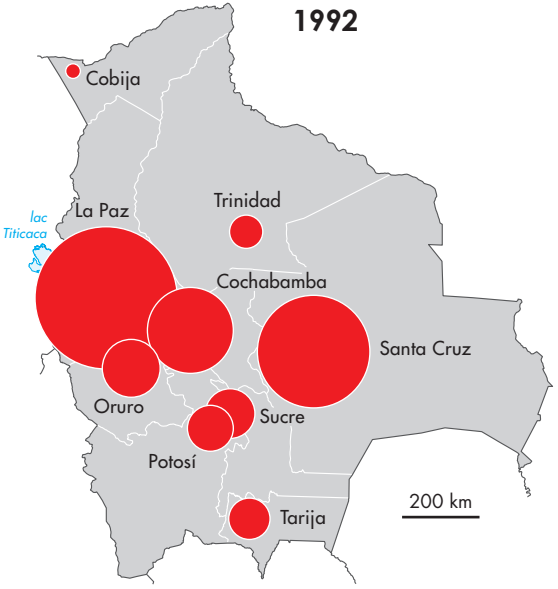


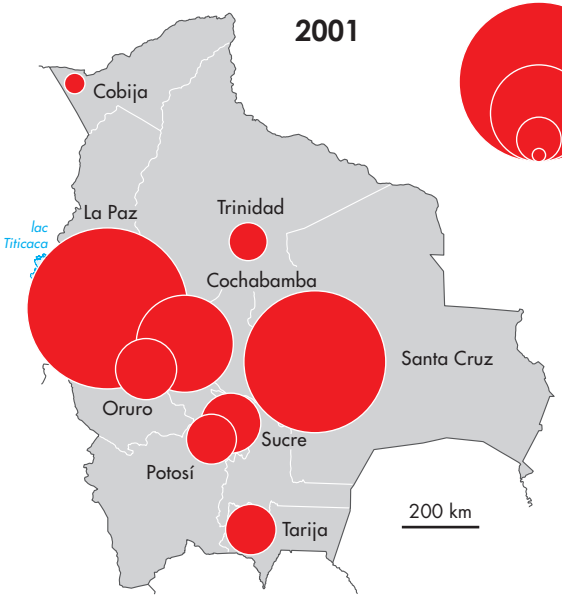




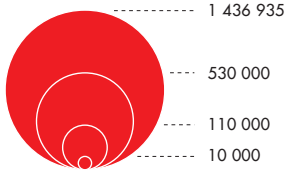
Départements
1 - La Paz
2 - Pando
3 - Beni
4 - Santa Cruz
5 - Cochabamba
6 - Oruro
7 - Potosí
8 - Chuquisaca
9 - Tarija







Nombre d'habitants
par capitale de département



© IRD 2013

Source : INE, 2001

Illustration 16

Le Palais du gouverneur du département situé sur la place d'armes de Cochabamba réinvestit un bâtiment de style colonial.

© IRD/S. Hardy

Illustration 17

Potosí reste marquée par le Cerro Rico et l'exploitation de ses filons d'argent.

© IRD/S. Hardy

Pendant cette période, seule La Paz a su tirer son épingle du jeu : bénéficiaire des guerres d'Indépendance, elle a progressivement su abriter les pouvoirs exécutifs et législatifs et s'est muée en centre administratif incontournable. Grâce à son accroissement démographique plus rapide que celui des autres villes, La Paz s'est imposée à la tête du réseau urbain bolivien et est devenue le centre industriel et commercial qui approvisionnait le reste du pays. L'axe urbain historique composé des villes de Potosí-Sucre, Oruro et La Paz a progressivement laissé la place à un nouvel axe urbain structurant le pays, composé des villes de La Paz, Cochabamba et Santa Cruz (Schoop, 1981).

La population bolivienne n'est devenue majoritairement urbaine qu'entre le recensement de 1976 et celui de 1992. 41,7 % résidaient en ville en 1950, contre 57,6 % en 1992. Le basculement vers une population bolivienne majoritairement urbaine a donc été rapide dans le temps et s'est essentiellement cantonné à quelques villes, en renforçant l'axe La Paz, Cochabamba et Santa Cruz. En 1992, 8 villes dépassent les 100 000 habitants : La Paz, Santa Cruz, Cochabamba, Oruro, Potosí, Sucre, Tarija et Trinidad. Pendant cette période, si la hiérarchie urbaine n'a fondamentalement pas été bouleversée, les dynamiques urbaines ont en revanche été modifiées.

Entre 1950 et le milieu des années 1980, les réformes agraires (1952) menées par les gouvernements militaires, suivies par la crise de l'activité minière (1985) ont favorisé l'urbanisation, mais en faisant converger vers les principales villes boliviennes des populations appauvries qui cherchaient refuge. La Paz a été le cas le plus emblématique de cette modalité de croissance, avec l'apparition brusque de quartiers illégaux, autoconstruits, dépourvus d'infrastructures et de services. Pour faire face à ces problèmes, avec

Illustration 18

Avec le déclin de l'exploitation des mines d'étain, la ville d'Oruro mise sur le tourisme, notamment grâce à son carnaval reconnu comme Patrimoine culturel de l'humanité par l'Unesco.

© IRD/S. Hardy

l'aide du gouvernement central, les autorités municipales auront été acculées à commander un Plan de développement urbain à la fin des années 1970.

Seule Santa Cruz, dont les campagnes ont bénéficié d'incitations au développement de fronts pionniers agricoles, a reçu pendant cette période des populations venues travailler dans une industrie agroalimentaire naissante. Dans ce contexte, il n'est pas anodin que durant cette période, le Comité des ouvrages publics de Santa Cruz ait commandé un Plan de régulation, qui aura été corrigé à plusieurs reprises, en fonction de la croissance urbaine (Sandoval et Ayllon, 1992).

Entre 1992 et 2001, la hiérarchie urbaine bolivienne évolue globalement peu puisque 8 villes boliviennes, déjà les plus peuplées sur la période précédente, concentrent en 2001 72 % de la population urbaine. L'axe urbain La Paz, Cochabamba et Santa Cruz s'est même renforcé. Cependant, le fait urbain s'est profondément modifié pendant cette période. La Paz n'est plus la plus grande ville bolivienne. Elle a été supplantée par Santa Cruz (1 135 526 contre 793 293 habitants). Ce fait traduit la perte du dynamisme démographico-spatial de La Paz qui est confrontée à une baisse de son attractivité économique liée au non-renouvellement de ses activités industrielles et commerciales et au manque de terrains urbanisables. Mais il est à relativiser par l'entrée dans la hiérarchie urbaine d'une partie de son espace d'El Alto (649 958 habitants en 2001) qui devient une ville entre 1985 et 1988.

D'ailleurs, la période couverte entre 1992 et 2001 marque l'émergence du phénomène des agglomérations urbaines en Bolivie. Associées, La Paz et El Alto constituent la première agglomération urbaine, talonnée de très près par l'agglomération de Santa Cruz (Santa Cruz, La Guardia, Cotoca, Montero) qui monte en puissance économique et démographique. La troisième agglomération bolivienne est composée des villes de Cochabamba, Quillacollo et Sacaba. À elles seules, ces trois agglomérations concentrent plus de 67 % de la population urbaine totale en 2001 (Montes de Oca, 2005). Les autres grandes villes boliviennes sont nettement moins peuplées et sont très dépendantes du dynamisme des activités économiques de leur espace : agricole pour Tarija, Sucre, Trinidad ; minier pour Potosí et Oruro. Quant à Cobija, sa position entre la frontière du Pérou et du Brésil en fait une ville très dépendante des échanges transfrontaliers et donc, des relations entre les États.

Des populations socialement différenciées

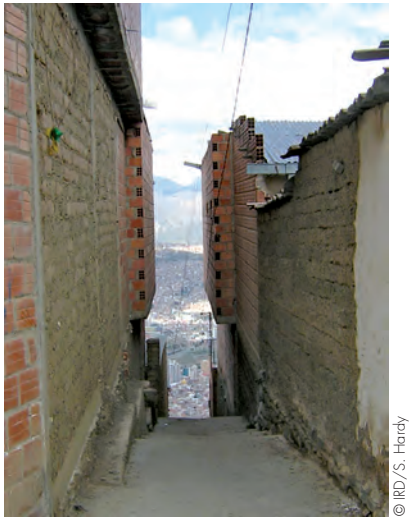
Alors que la dynamique urbaine dévoile par touches l'unité de fonctionnement de l'agglomération, l'analyse de la population met au contraire en lumière les différences sociales qui parcourent l'agglomération. Le vivre à El Alto n'est pas comparable au vivre à La Paz et la population perçoit bien ces différences. Cela se traduit dans le comportement démographique. Il est aussi intéressant de regarder ce qui se passe à la frontière entre les deux villes. De ce point de vue, le zoom sur le lieu de jonction qu'impose la topographie particulière de l'agglomération – La Ceja – montre la vie, à la fois différente et complémentaire, qui se déploie de part et d'autre des limites administratives des deux municipalités.

L'analyse de deux images satellitales : La Ceja 1956 et 2006

L'analyse de deux images satellitales d'un même lieu à deux dates différentes (figure 6) montre les évolutions qu'a connues ce lieu dans un laps de temps donné et renseigne sur la dynamique en cours dans un espace. Dans cette optique, le lieu dit La Ceja mérite l'attention pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, La Ceja est un lieu symbolique. Littéralement, La Ceja signifie le sourcil, terme qui traduit le fait que La Ceja constitue le rebord supérieur de la dépression creusée par la vallée du torrent Choqueyapu où la ville de La Paz a été installée en 1549. Il s'agit donc du lieu qui surplombe l'ensemble de la vallée et qui lui donne un accès à l'Altiplano et de là, au reste du pays et à la côte Pacifique. Les images satellitales de 1956 et de 2006 montrent ce point de contact entre la dépression et le plateau andin. Une rupture de pente formée depuis la bordure du plateau en direction du fond de la vallée est même très visible. La ligne de la rupture de pente qui court entre le plateau et la dépression marque ici non seulement la limite topographique abrupte (illustration 19) entre les deux principales municipalités de l'agglomération, mais aussi leurs limites administratives.

Cette description du lieu explique aussi pourquoi La Ceja est un lieu stratégique, à la fois du point de vue de la ville de La Paz comme de celui d'El Alto. Cette dernière, en contrôlant La Ceja, contrôle en effet la principale voie d'entrée et de sortie de toute la logistique de La Paz[30]. L'image de 1956 illustre assez bien cette situation. Les quelques bâtiments et infrastructures visibles, situés au nord de l'aéroport, correspondent à des éléments de logistique. Par exemple, la gare



© IRD/S. Hardy

Illustration 19 ▸
La rupture de pente entre la bordure du plateau alténien et la dépression de la vallée Choqueyapu, qui marque la limite entre El Alto et La Paz.

30 ▸ La vallée de La Paz est presque un cul-de-sac. Une route non apte au transport massif de passagers et de marchandises permet d'accéder à la vallée des Yungas, au nord-est. Une autre route permet, via Achocalla au sud-ouest, de remonter sur l'Altiplano, mais elle n'est également pas apte au transport massif de passagers et de marchandises. Pour le moment, seule la voie dénommée Autopista, l'autoroute, qui relie la Place Pérez Velazco située au nord du centre historique de La Paz jusqu'à La Ceja permet ces deux types de transport.

Figure 6

La Ceja vue du ciel à deux dates : 1956 et 2006

La Ceja, 1956

La Ceja, 2006

Sources : IGM, 1956 ; 2006

ferroviaire avec ses voies de triage et ses bâtiments pour le stockage de marchandises, notamment de produits pétroliers, est facilement repérable dans le quart gauche bas de l'image. Avec le démantèlement d'une partie du réseau ferré bolivien, cette fonction logistique auparavant attribuée à cet espace a aujourd'hui disparu, mais le quartier qui l'a remplacé et qui mélange espace résidentiel et activités industrielles, en conserve la trace dans son nom : Ferropetrol. Par ailleurs, la fonction ferroviaire a largement été remplacée par celle du transport routier, de marchandises mais surtout de passagers entre les deux villes. La Ceja est en effet le point de rupture de charge entre les différentes lignes de transport collectif qui proviennent de tous les quartiers d'El Alto et celles qui se rendent dans les principaux quartiers de La Paz.

On distingue également sur l'image de 1956 les principales voies qui convergeaient déjà depuis l'ouest, le sud et le sud-est du plateau vers la voie d'entrée/sortie de la ville de La Paz, aujourd'hui l'Autopista[31], expliquant en partie pourquoi El Alto s'est spécialisée dans les activités liées à la logistique du transport de marchandises et de passagers. Ces principales voies sont les mêmes que celles observables en 2006, sauf qu'elles sont désormais asphaltées, élargies, équipées comme par exemple avec le péage à l'entrée/sortie de l'Autopista, tracée dans les années 1970, ou bien encore avec des rocades destinées à fluidifier les échanges de véhicules qui arrivent des différentes directions de l'Altiplano.

31 ▸ Autoroute.

La comparaison dans le temps entre les deux images satellitales corrobore également l'idée, déjà développée, du remplissage de l'espace pacénien et alténien au fil de l'augmentation de la population. Mais elle montre aussi de manière irréfutable la spécialisation fonctionnelle de l'espace qui s'est opérée entre les deux villes.

En 2006, l'occupation des versants de la dépression est très distincte de celle du plateau. Les versants sont en effet occupés d'édifices de petite dimension, très majoritairement à vocation résidentielle, serrés les uns contre les autres, s'adaptant ainsi aux fortes déclivités de la topographie, tout en tentant de maintenir le plan en damier typique de La Paz. Au contraire, le plateau est occupé d'édifices de grande dimension, à vocation industrielle et logistique, entre lesquels s'insèrent parfois des édifices plus petits destinés au logement, avec des parcelles beaucoup moins ordonnées qu'à La Paz, laissant une impression d'urbanisation moins maîtrisée, d'autant plus que l'espace semble sectionné sous forme de grands îlots par les principales voies de communication.

Même si de prime abord ces espaces de La Paz et d'El Alto, observables à partir des images satellitales de 1956 et 2006, semblent n'avoir rien en commun, renforçant l'idée qu'il y a deux villes distinctes, séparées l'une de l'autre, l'analyse de ces images montre aussi presque paradoxalement les liens fonctionnels étroits qui se sont tissés entre ces deux villes, au fil du processus d'urbanisation de chacune d'entre elles, qui les rendent fortement dépendantes l'une de l'autre. Si de nombreux indices laissent penser que les moteurs de l'urbanisation des deux villes sont trop distincts pour les rapprocher, d'autres soulignent au contraire qu'existe, au-delà de ces processus, une logique macrospatiale fonctionnelle qui les réunit. Incontestablement, La Ceja est au cœur de l'agglomération pacénienne[32].

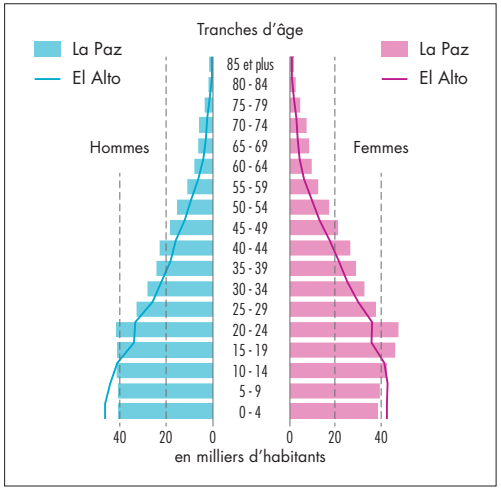
La structure de la population

L'observation des pyramides des âges des populations de La Paz et d'El Alto en 2001 précise les différences de dynamiques démographiques entre les deux municipalités de l'agglomération.

La distribution de la population par tranches d'âge de La Paz (figure 7) est dans l'ensemble encore de forme pyramidale, plaçant d'emblée La Paz dans la liste des villes des pays en développement où la population est jeune et nombreuse. Cependant, dans le détail, on observe que la transition démographique a été initiée. En effet, la base de la pyramide se rétrécit, indiquant une baisse, lente mais visible, du nombre des moins de 20 ans dans l'ensemble de la population, depuis le début des années 1980. À l'autre extrémité, à partir de 45 ans, la population ayant atteint cette tranche d'âge diminue rapidement, indiquant une espérance de vie à la naissance basse, propre aux pays en voie de développement. Il faut préciser que pour la grande majorité de ces populations âgées, il s'agit des premiers migrants d'origine rurale arrivés en ville suite à la réforme agraire de 1952 et qui ont donc eu des conditions de vie plutôt difficiles pendant leur jeunesse. Les cohortes de population les plus nombreuses sont donc celles comprises entre 20 et 44 ans, c'est-à-dire celles issus des parents ayant migré en ville, qui les premières ont bénéficié d'un meilleur accès à la santé et à l'éducation, ce qui s'est traduit pour elles par une diminution de leur taux de mortalité infantile, une augmentation de leur espérance de vie, sans pour autant que ces facteurs soient pris en compte par leurs parents qui ont maintenu un indice de fécondité plus élevé que les nouvelles conditions de vie en ville exigeaient. Le comportement démographique de cette tranche d'âge explique l'évolution de la population de La Paz depuis le

Figure 7

Pyramide des âges, La Paz, 2001

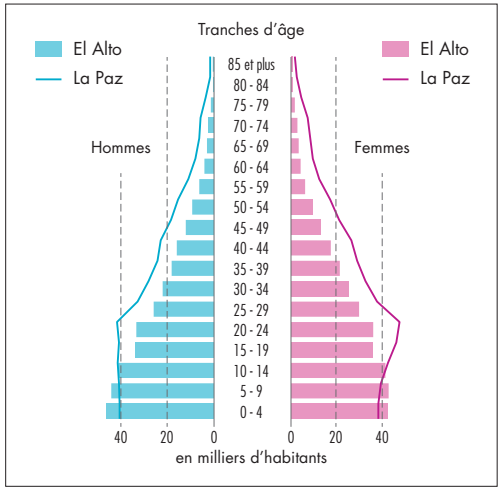


Source : INE, 2001

32 Une preuve supplémentaire réside dans le fait qu'en 2008, pendant la rédaction de la nouvelle Constitution bolivienne, de très nombreux habitants de La Paz et d'El Alto, protestant contre une proposition de réinstaller les pouvoirs exécutif et législatif dans la capitale constitutionnelle Sucre, se sont rassemblés au point de jonction des deux villes, à savoir La Ceja. Cet événement montre que les populations et les autorités des deux villes sont tout à fait conscientes des intérêts qui les lient les unes aux autres. La perte de la principale fonction pacénienne, la capitalité, aurait des conséquences tout aussi préjudiciables pour les activités alténiennes (Hardy, 2009c).

Figure 8

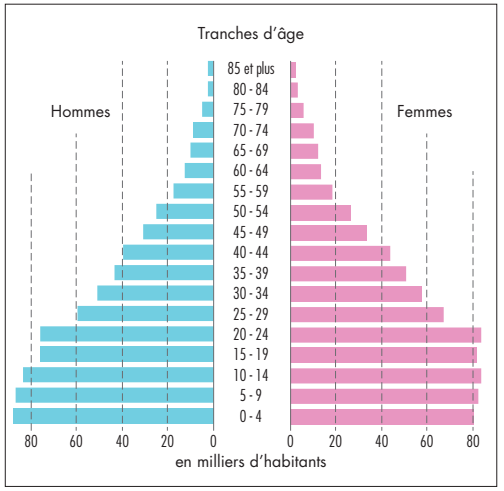
Pyramide des âges, El Alto, 2001



Source : INE, 2001

Figure 9

Pyramide des âges, agglomération totale, 2001



Source : INE, 2001

recensement de 1992, époque à partir de laquelle elle commence elle-même à avoir des enfants, plus tardivement et en moins grand nombre (2,7 enfants par femme en 2001).

La distribution de la population par tranches d'âge d'El Alto (figure 8) n'est pas du tout comparable à celle de La Paz. Elle est de forme pyramidale, avec une base large et qui se rétrécit progressivement en montant dans les tranches d'âge supérieures. La population altiénienne est jeune et très féconde. Le déclenchement de la transition démographique est encore récent. Les populations de moins de 5 ans y sont nettement plus nombreuses (105 953 individus) qu'à La Paz (93 581), tandis que les populations de plus de 40 ans y sont beaucoup moins nombreuses, pratiquement moitié moins (109 560 contre 202 036 individus). Cette situation trouve une explication dans le fait qu'El Alto héberge une part encore importante de population récemment installée en ville après avoir migré des zones rurales et minières, qui maintient des comportements démographiques en rapport avec leurs conditions de vie antérieures où la mortalité infantile était élevée et où les enfants constituaient une aide nécessaire à la survie de la famille. Par ailleurs, plus récemment installées en ville, cette population altiénienne est aussi moins éduquée. Elle bénéficie d'une meilleure prise en charge médicale qui réduit fortement son taux de mortalité, notamment infantile, sans pour autant déjà bénéficier d'une scolarité plus longue qui repousserait l'âge des premières grossesses (4,2 enfants par femme en 2001), car elle est aussi nettement plus pauvre que la population pacénienne et rentre donc plus vite dans la vie active.

Autre différence notable dans la structure de la population par tranches d'âge entre La Paz et El Alto (figure 9) : le rapport entre les hommes et les femmes dans la population.

Même si à la naissance, les garçons sont plus nombreux que les filles, l'équilibre entre les deux sexes est censé se rétablir assez vite. Or, l'observation des pyramides des âges indique que dans les tranches d'âge comprises entre 15 et 54 ans, les femmes sont nettement plus nombreuses que les hommes à La Paz qu'à El Alto. Cette situation s'explique par le marché de l'emploi. La Paz est une ville vieillissante où la demande en services augmente, ce qui est favorable à l'emploi féminin. Les femmes migrent encore vers La Paz, seules dès leur jeune âge, car elles y trouvent des emplois (dans les services aux personnes, dans le commerce, dans les emplois de bureau peu qualifiés, etc.), tandis que les hommes auraient plutôt tendance à partir vers d'autres villes du pays pour en trouver un. Le rapport homme-femme dans la ville de La Paz est donc déséquilibré au bénéfice des femmes. En revanche, la situation à El Alto est plus équilibrée, reflétant dans la majorité des cas l'installation de familles déjà constituées. Les hommes alténiens trouvent à s'employer dans les emplois peu qualifiés encore proposés par La Paz (la construction) ou destinés à La Paz, mais implantés à El Alto (les transports, l'industrie agroalimentaire), tandis que les femmes s'occupent du foyer.

Ces différences de structures démographiques entre les villes de La Paz et d'El Alto rendent finalement les deux municipalités assez complémentaires l'une de l'autre, comme l'indique la pyramide des âges de l'agglomération en 2001.

La base est large, quoi que légèrement déséquilibrée entre les hommes et les femmes au bénéfice de ces dernières. Elle reste large jusqu'à la tranche des 24 ans, laissant aux jeunes le temps de mieux se scolariser, notamment grâce aux investissements consentis par les municipalités dans la construction d'écoles. Ils peuvent même souvent étudier après l'enseignement secondaire. Parallèlement, des migrants jeunes s'installent à El Alto où les hommes peu qualifiés trouvent à s'employer dans les secteurs de l'industrie et du transport nécessaires au fonctionnement de l'agglomération.

À partir de 24 ans, ceux qui ne trouvent pas d'emplois dans une agglomération au dynamisme économique vacillant par rapport à d'autres villes boliviennes, la quittent pour tenter leur chance ailleurs, tandis que les femmes trouvent encore à s'y employer dans le secteur tertiaire peu qualifié. L'arrivée de migrants diminue, passé cet âge.

Enfin, la population de l'agglomération vieillit plutôt mieux que dans le reste du pays, traduisant une amélioration dans l'accès à la santé avec des municipalités qui ont investi pour mailler leur territoire en centres de santé de premier niveau où les soins sont souvent donnés gratuitement à la population, tout en améliorant une offre de soins plus spécialisés.

Dans l'ensemble, au-delà des différences, il y a bien de puissantes complémentarités démographiques entre les deux municipalités de l'agglomération.

Chapitre 2

Un ensemble urbain vulnérable

Les événements survenus

La présentation de quelques événements catastrophiques survenus dans l'agglomération pacénienne – orage de grêle, glissement de terrain, inondation – illustre les dommages qu'elle peut connaître : pertes humaines et matérielles, dysfonctionnements urbains de diverses natures et ampleurs. Cartographier ces événements passés crée aussi une mise en relation entre les espaces où l'événement est survenu et les espaces endommagés : la concomitance n'est pas nécessaire, les espaces endommagés pouvant parfois être assez éloignés des espaces où l'événement est survenu. Les espaces en crise peuvent aussi se révéler être des espaces non directement endommagés par l'événement.

L'orage de grêle du 19 février 2002

Planche 8

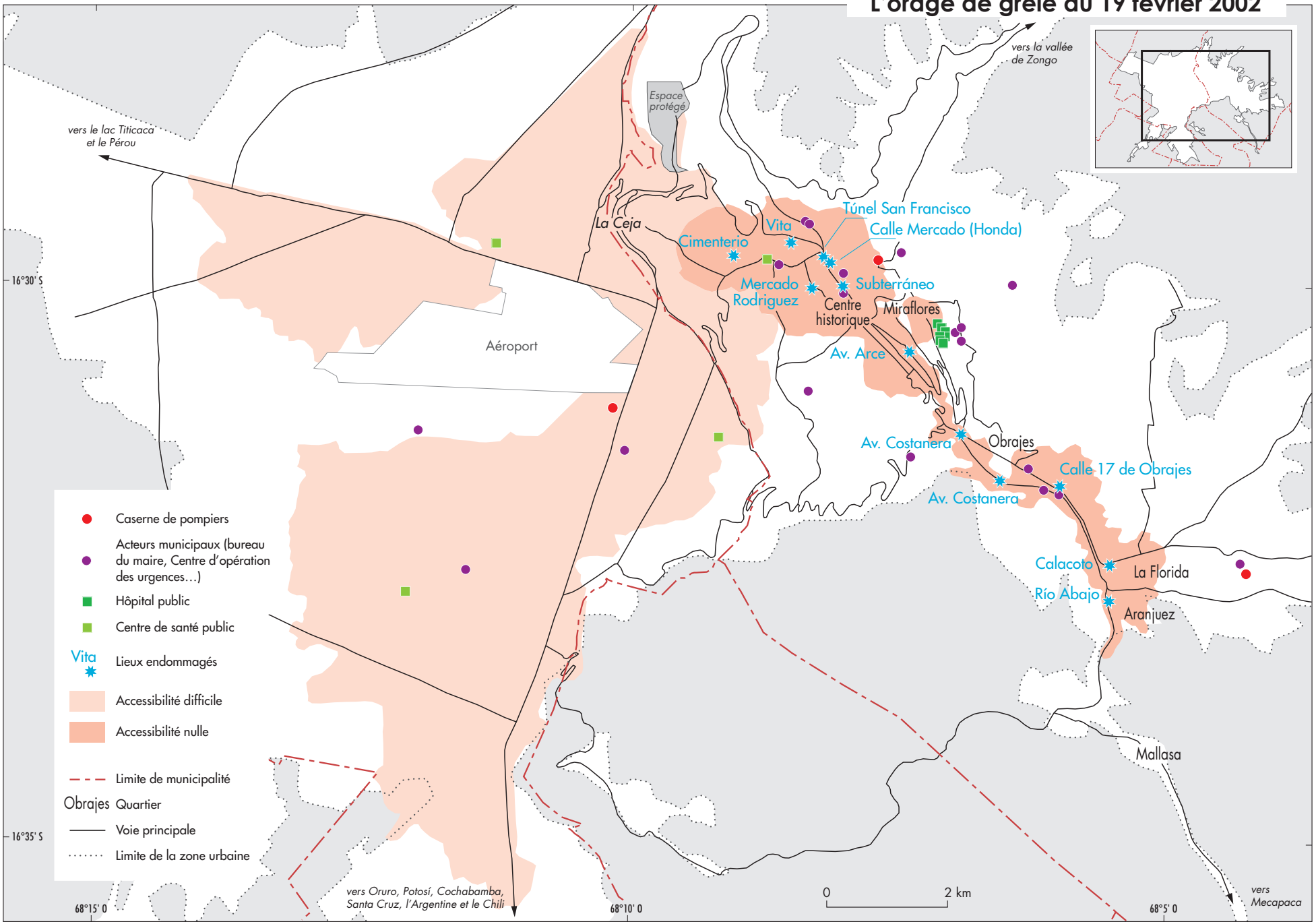
Le 19 février 2002, entre 14 h 20 et 15 h 45, un orage de grêle s'abat sur la partie centrale de la ville de La Paz. Il s'agit d'un phénomène météorologique plutôt habituel en saison des pluies (décembre-mars). L'ascendance d'un air un peu plus humide que le reste de l'année est en effet favorisée par les températures moyennes plus chaudes de l'été andin. Elle peut toutefois s'avérer très brutale, forcée localement par la topographie de la vallée. Cet air brutalement propulsé en altitude se condense très rapidement au contact de l'air plus froid qu'il rencontre en s'élevant. Son humidité se transforme alors en glace, déclenchant les orages de grêle localisés sur l'agglomération pacénienne.

Le 19 février 2002, la masse nuageuse au-dessus de La Paz présentait une hauteur de 10 kilomètres, alimentant un orage de grêle qui a duré 1 h 25, durée pendant lequel la température moyenne au sol est passée de 13 à 8 degrés Celsius (Villegas, 2002 : 19). Ce jour-là, le volume total des précipitations enregistrées a atteint une hauteur de 41 mm, dont 39,4 mm en seulement une heure. C'est l'événement le plus fort enregistré depuis 1976, date à laquelle le volume avait atteint 32 mm (OPS, 2002).

L'orage de grêle a provoqué plusieurs inondations et des glissements de terrain dans la ville de La Paz, occasionnant à leur tour d'importants dégâts. Les décomptes varient d'un organisme à l'autre, mais on peut dénombrer au moins 69 morts – la plus grande partie a été des vendeuses des rues du secteur informel –, 130 blessés et 50 disparus. Les dégâts structuraux ont été évalués à 10 millions $US (endommagement des voies de communication, des véhicules, des édifices publics et privés), sans parler des interruptions d'alimentation en énergie électrique et en eau potable (Villegas, 2002 ; OPS, 2002 ; GMLP, 2007 ; Nathan, 2009 : 340) qui ont aggravé les dysfonctionnements de la phase d'urgence. En outre, environ 200 familles ont été obligées d'abandonner leur logement sinistré (Combaz, 2007).

En cartographiant les espaces urbains affectés le 19 février 2002, on constate que l'orage de grêle n'a pas touché de manière homogène le territoire de l'agglomération de La Paz. Tout d'abord, la carte indique quels ont été les principaux lieux inondés. Ils sont essentiellement localisés dans le centre historique de l'agglomération, puis à Obrajes et à Mallasa.

L'orage de grêle du 19 février 2002



© IRD 2013

Sources : GAMLP, 2011 ; GAMEA, 2011

Cette distribution spatiale s'explique, en première approche, par le processus météorologique : l'orage de grêle s'est concentré sur le centre et la partie nord-est de la ville, avant que les eaux de ruissellement pluvial ne confluent en fond de vallée, c'est-à-dire dans la partie sud de la ville.

Les eaux pluviales, après avoir ruisselé sur les versants peu stables du nord de la vallée, se sont ensuite concentrées dans le torrent Choqueyapu : il s'agit d'un canal recouvert qui parcourt le centre, et dans lequel se déchargent les eaux du système d'évacuation pluvial. Ce système technique d'évacuation des eaux pluviales, qui ne couvre qu'une petite superficie de la ville, essentiellement le centre, se sature rapidement, n'ayant pas été calibré pour supporter à la fois la fonction d'évacuation des eaux pluviales et usées. En outre, les averses avec des grêlons provoquent facilement l'obstruction des bouches d'égout, obligeant alors les eaux de ruissellement à se concentrer dans les rues, y provoquant des dégâts.

Un peu plus en aval vers le fond de vallée, à la hauteur du quartier Obrajes, le torrent Choqueyapu n'est plus que canalisé, alors que la déclivité de son profil en long se stabilise, pour devenir faible. Les eaux drainées dans le centre arrivent donc violemment à Obrajes, quasiment sous pression à cause de l'effet de drain des ouvrages d'ingénierie hydraulique du centre, à un endroit où la faible déclivité du torrent ralentit la poursuite de l'évacuation des eaux. Dans cette partie de la ville, le torrent entre donc facilement en crue, inondant des espaces où les infrastructures sont nombreuses et très exposées à l'endommagement. Ces quartiers de la partie sud de la ville ont, en effet, été en partie édifiés dans le lit majeur du torrent Choqueyapu et dans le lit majeur de ses affluents. Ce choix d'aménagement a été justifié par la réalisation d'ouvrages d'ingénierie hydraulique, censés protéger de l'exposition à l'inondation. De l'amont à l'aval de la vallée de La Paz, les aménagements humains (canalisations, gabions, etc.), ainsi que les modalités d'occupation des terrains, favorisent donc l'endommagement, au moins autant que les phénomènes physiques eux-mêmes, et leur sont liés.

Par ailleurs, la carte souligne également l'intérêt de différencier les espaces où l'aléa s'est déclenché des espaces affectés par le déclenchement de l'aléa. Elle montre que l'aléa s'est déclenché dans le centre, qui est aussi le principal espace directement affecté. Il rassemble emplois formels (administrations de l'État, du département et de la municipalité ; sièges de la Banque centrale et des principales banques boliviennes ; etc.) et emplois informels (postes de vente d'aliments et boissons ; cireurs ; etc.). Par ses caractéristiques, cet espace génère des flux intenses, y favorisant la convergence de la population. Il concentre donc des enjeux, dont la perte est susceptible de provoquer de graves difficultés. On constate par exemple sur la carte que les principaux acteurs municipaux de la gestion des situations de crise sont installés dans cette partie de la ville. Ils n'ont donc pas pu jouer pleinement leur rôle au début de la situation de crise.

Mais la cartographie indique également que des espaces éloignés du lieu du déclenchement de l'aléa ont également été affectés, indirectement. Il s'agit d'espaces situés à El Alto, au nord et au sud de l'aéroport où tout déplacement a été rendu presque impossible, avec notamment des pertes économiques importantes. Cette constatation est d'autant plus surprenante que les précipitations y ont été modérées. En fait, ces espaces ont été affectés par transfert de la vulnérabilité d'un espace de l'agglomération vers un autre. Pour le comprendre, il suffit de rappeler que le réseau routier de l'agglomération pacénienne est longitudinal, orienté du nord au sud dans la ville de La Paz. Si à El Alto, le

réseau routier est de forme radiale, contournant l'aéroport par le nord et le sud, il se resserre en entonnoir à La Ceja, pour se connecter au réseau longitudinal de La Paz. Les deux réseaux sont interconnectés, notamment parce que les entreprises concessionnaires des lignes de transport public de La Paz sont presque toutes alténiennes. Un problème dans l'une ou l'autre ville de l'agglomération peut interrompre l'interconnexion. Le 19 février 2002, l'espace du centre concentrait en pleine journée un trafic automobile dense pour répondre aux besoins de mobilité des habitants, qui venaient au centre de l'agglomération faire leurs achats préparatifs du carnaval. Avec le ruissellement pluvial sur les chaussées, les chauffeurs ont perdu le contrôle des véhicules, qui ont obstrué des rues étroites aux pentes abruptes, entravant considérablement le déplacement des véhicules dans cet espace du centre, en premier lieu ceux des secours. La concentration de l'averse de grêle sur le centre a provoqué la perte de certains tronçons de voies de communication et, donc, de la mobilité sur cette partie centrale du réseau routier, lequel a aussi entraîné la perte d'accessibilité à d'autres espaces de la ville, comme Miraflores qui concentrent les principaux moyens médicaux de l'agglomération, notamment nécessaires à El Alto. Autre exemple : la route qui unissait le quartier La Florida au quartier Aranjuez, dans la partie sud de la ville, a été détruite sur une longueur de 70 mètres, isolant Aranjuez du reste de la ville. Les inondations ont donc interrompu la mobilité sur des voies de communication jugées essentielles pour une rapide résolution de la situation dans les espaces directement affectés, mais aussi pour le fonctionnement normal du reste de l'agglomération.

Par conséquent, la perte des voies de communication dans le centre de La Paz a aussi signifié la perte d'accessibilité depuis et vers les autres parties de l'agglomération, notamment El Alto. Les moyens de secours présents à El Alto, les pompiers par exemple, n'étaient ainsi d'aucune utilité pour aider à la résolution de la situation de crise à La Paz. Ce cas montre que les voies de communication constituent un élément de la vulnérabilité structurelle de l'agglomération en transférant la vulnérabilité des espaces directement affectés par l'aléa à d'autres qui se retrouvent ainsi indirectement affectés alors même qu'ils n'ont pas été concernés par la survenue de l'aléa (Hardy, 2009f).

Cet exemple démontre enfin que l'identification des espaces où l'aléa est susceptible de survenir est nécessaire, mais non suffisant pour identifier les espaces où pourra survenir la crise. Il y a donc plusieurs types d'espaces en jeu dans le déroulement d'une catastrophe qu'il convient de différencier pour gérer au mieux les risques dans l'agglomération de La Paz.

Deux événements typiques des accidents et catastrophes

Comme l'indique la cartographie des événements qui ont provoqué accidents et catastrophes entre 1970 et 2011, l'agglomération de La Paz est régulièrement confrontée à des dommages associés à la plupart des glissements de terrain et inondations urbaines. Il s'agit, dans l'ensemble, d'événements relativement mineurs, du moins en nombre de morts. Mais ces événements sont ponctués d'épisodes majeurs, rares mais violents comme par exemple le glissement de Cotahuma qui, en 1996, a tué 40 personnes ou les inondations du 19 février 2002 (76 morts[33], plus de 5 000 personnes affectées).

Deux photographies, l'une d'un glissement de terrain et l'autre d'une inondation aident à expliquer les facteurs qui génèrent les situations de crise dans l'agglomération pacénienne.

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 (Valle de las Flores) – Pampahasi, Callapa, Kaliri, Jokoni et Irpavi – 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 (illustration 20), dans un espace urbain de plus de 140 hectares. Ces dégâts ont été évalués à 67 millions d'euros par les autorités du Gouvernement autonome municipal de La Paz.

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. Or, les roches en place dans la vallée creusée par érosion régressive du torrent Choqueyapu, sur lesquelles la ville a été construite, sont, dans leur grande majorité, meubles (BRGM *et al.*, 1977 : A2). Les volumineuses précipitations de 2011 n'ont donc donné qu'un petit coup de pousse au déclenchement du mouvement de terrain. Si la niche d'arrachement est située dans la partie nord-est de La Paz, son mouvement lent a atteint le lit mineur du torrent Irpavi qui a partiellement été dévié sous la poussée du pied du glissement de terrain qui s'est produit de manière perpendiculaire à son lit.

© IRD/S. Hardy

Illustration 20

Destructions issues du mouvement de terrain du 26-27 février 2011 au flanc de la vallée du Choqueyapu-La Paz

33 ▸ 69 selon les données du GMLP.

Illustration 21

Zone Huyana Potosí partiellement détruite par une crue éclair du Río Seco.

© IRD / S. Hardy

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 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.

Même si les conséquences du glissement de terrain du 26 février 2011 ne sont pas mineures, les modalités de cet événement sont assez fréquentes à La Paz. Elles avaient déjà fait 40 victimes à Cotahuma en 1996. En février 2009, le quartier Retamani avait également été détruit par un glissement de terrain aux modalités assez identiques. Les conséquences s'étaient, elles aussi, propagées au reste de l'agglomération avec la coupure, entre autres, de l'avenue Zabaleta qui relie le quartier Miraflores concentrant les principaux établissements hospitaliers, à la partie sud de l'agglomération.

La photographie de l'inondation qui a sévèrement endommagé le quartier Huayna Potosí, situé dans la ville d'El Alto en janvier 2008 (illustration 21) illustre un événement assez fréquent dans l'agglomération, sauf qu'il est assez peu associé à l'espace alténien. En effet, au regard des conditions physiques, les débordements des torrents de La Paz sont récurrents en saison des pluies, provoquant souvent des inondations dont les conséquences se propagent souvent dans toute l'agglomération. Par comparaison, la ville d'El Alto est perçue par la majorité des Pacéniens, qui ne la connaissent pas, comme un espace plat, sans torrent. Par conséquent, elle conçoit mal que des accidents et catastrophes provoqués par des inondations puissent s'y produire, d'autant que leurs conséquences ne se propagent souvent pas au-delà du quartier affecté par l'aléa.

L'accident de Huyana Potosí de janvier 2008 est pourtant grave. L'événement s'est déclenché en pleine nuit, vers 22 h 40 : une lame d'eau débordant du lit canalisé du torrent Seco a balayé une partie du quartier. Son énergie a détruit et emporté des pans entiers d'édifices, pourtant construits en briques cimentées. Dans cette partie de l'agglomération encore peu équipée, par exemple en éclairage public, la survenue d'un tel événement en pleine nuit a provoqué un mouvement de panique, renforcé par la quasi-absence d'un système de gestion de situation de crise dans la ville d'El Alto et par l'énorme difficulté à

accéder à de très nombreux quartiers alténiens avec des véhicules. Ici, c'est donc d'abord la solidarité des habitants, structurée autour de son association de voisins, qui a permis l'évacuation des sinistrés, leur hébergement, alimentation et leurs soins de première urgence.

Ce n'est que dans un deuxième temps, et avec peu de moyens, que des secours municipaux auront été déployés, notamment en fournissant du matériel pour aider à reconstruire au même endroit les édifices détruits, alors même qu'ils avaient été édifiés dans le lit majeur du torrent Seco. Les travaux de relèvement des digues qui canalisent le torrent, entrepris par les autorités municipales alténiennes sous la pression des habitants de Huayna Potosí, ont sûrement permis de justifier la réurbanisation d'une zone pourtant fortement exposée à l'inondation.

Ces deux événements sont assez typiques des accidents, et parfois catastrophes, qui se produisent dans l'agglomération de La Paz. Souvent bien connus dans la ville de La Paz, ils surprennent encore à El Alto, quand ils sont relatés, à cause d'une urbanisation plus récente qui méconnait largement les conditions physiques dans lesquelles elle se développe. Leurs conséquences ont pourtant la même capacité à se propager au reste de l'agglomération que celles liés à des événements survenant à La Paz. Par exemple, une inondation du complexe de stockage et de distribution des hydrocarbures de Senkata pourrait sinon priver, rendre difficile l'approvisionnement en gaz et carburants de l'ensemble de l'agglomération et donc, la rendrait vulnérable en perturbant profondément son fonctionnement.

Une vulnérabilité liée à l'exposition aux aléas

Pour expliquer les événements catastrophiques provoquant des dommages dans l'agglomération, les conditions physiques sont constamment mobilisées. Plus que l'altitude qui dépasse les 4 000 mètres à El Alto, c'est la déclivité qui impressionne : 800 mètres de dénivelé entre le rebord du plateau et le fond de la vallée, soit des versants dont la pente dépasse les 8 % en moyenne. Dans ces conditions, la puissance du ruissellement des eaux pluviales sur des roches meubles explique la récurrence des inondations et glissements de terrain. Cette vision passe cependant sous silence le rôle que jouent les activités humaines dans les événements catastrophiques. Enfin, l'établissement d'une cartographie des activités dangereuses permet d'attirer l'attention sur l'urgente nécessité d'intégrer ce type d'aléa dans la politique de gestion des risques de l'agglomération.

Les conditions physiques

Planche 9

L'agglomération de La Paz présente des conditions physiques très singulières au point que celles-ci sont presque systématiquement mobilisées pour expliquer les événements d'origine naturelle qui y provoquent accidents et catastrophes. Ces conditions physiques constituent un des facteurs d'explication des processus physiques qui fonctionnent dans l'agglomération et pour en comprendre le poids et éviter ainsi tout déterminisme, il convient de les présenter brièvement.

L'agglomération de La Paz se développe sur deux grandes unités physiques. À l'ouest, un plateau situé à plus de 4 000 mètres d'altitude, fermé du nord-ouest au sud-est par la Cordillère Royale dont le somment culmine à plus de 6 400 mètres (Illimani), aux interfluves assez plats et qui s'incline légèrement du nord-ouest au sud-est. Ce plateau alténien est profondément entaillé à l'est par un torrent qui forme une vallée aux versants convexo-concaves, presque abrupts dans la partie haute, où l'agglomération de La Paz a commencé à s'édifier.

La vallée est creusée par le torrent Choqueyapu, également connu sous le nom de torrent La Paz, par érosion régressive dans les formations sédimentaires tendres quaternaires de l'Altiplano bolivien. Drain principal d'un vaste bassin-versant très ramifié dont les eaux rejoignent l'Amazone, après avoir parcouru les fleuves Beni et Madeira (Bourges *et al.*, 1995), il s'écoule du nord au sud en traversant la ville de La Paz où il reçoit les apports de très nombreux affluents, à l'écoulement parfois souterrain, dont les torrents Orkojahuira, Irpavi, Achumani, Huañajahuira. Son écoulement est intermittent, lié au régime des précipitations dans cette partie des Andes, fondé sur l'alternance d'un été humide de décembre à mars, et d'une saison sèche de mai à septembre. Bien que situé dans le bassin amazonien, la pluviométrie est faible à cause de l'altitude et de la position d'abri derrière la Cordillère Royale. Mesurée sur une période de plus de 70 ans, la hauteur de précipitation annuelle moyenne atteint les 570 millimètres dont 70 % tombent entre décembre et mars (Ramírez *et al.*, 1995 : 394), souvent sous forme de tempête : 41 mm le 19 février 2002 en 1 h 30 ; 19,4 mm le 17 décembre 2006 ; 15 mm le 31 janvier 2007 ; 13,5 mm le 19 février 2007 (SENAMHI, 2006 ; 2007). Aidés par une déclivité très forte – la vallée s'étage de 4 000 à 3 200 mètres

sur une très courte distance – et une charge importante en matériaux détachés à l'amont qui favorisent l'érosion, les torrents ont souvent profondément entaillé les formations pour former des lits majeurs étroits. L'érosion est d'autant plus intense que l'énergie avec laquelle arrivent les eaux de ruissellement pluvial chargées de matériaux s'exerce sur des formations sédimentaires meubles.

En s'étendant sur l'Altiplano, l'agglomération s'est aussi intégrée à un autre bassin-versant, celui du torrent Catari, qui s'écoule sur un plateau situé entre 4 000 et 4 300 mètres d'altitude, du nord-est au sud-ouest, jusqu'au lac Titicaca. L'altitude et l'absence de position d'abri confèrent au plateau alténien un climat semi-aride plus froid, ensoleillé et venteux que le fond de la vallée du Choqueyapu. Les températures nocturnes y sont souvent négatives et les précipitations tombent souvent sous forme neigeuse ou d'orages de grêle. Les torrents qui traversent la ville d'El Alto, comme le Seco et le Seke, ont un régime assez semblable à ceux de La Paz, quoique les apports d'eau glaciaire provenant de la Cordillère y jouent un rôle plus important. Moins chargés en matériaux que ceux de La Paz, ils ont formé des lits majeurs beaucoup plus larges dont la profondeur s'atténue en progressant vers le sud (illustration 22).

À La Paz comme à El Alto, étant donné que ces torrents servent de collecteurs des eaux usées, il s'y écoule désormais de l'eau toute l'année. Par ailleurs, leur tracé en long et en large est aujourd'hui largement façonné par de multiples aménagements de digues et drains, souvent dès l'amont à La Paz, qui ont anthropisé leur écoulement (illustration 23).

Ces données peuvent laisser penser qu'à grande échelle, les deux villes sont confrontées à des conditions physiques très différentes et donc, à des processus physiques dont les éventuelles conséquences n'auraient rien de commun. Mais ce serait alors vite oublier que les deux villes forment une seule agglomération où se répartissent les fonctions urbaines. Si les processus physiques déclenchent un événement qui endommage une partie du territoire urbain, ses conséquences sont tout à fait susceptibles d'être transférées ailleurs dans l'agglomération. Par ailleurs, ce serait également oublier que, même si les conditions physiques sont des facteurs contraignants, les facteurs humains jouent souvent un rôle non négligeable dans le déclenchement des événements.

Illustration 22

L'entaille du Río Seco dans la partie amont d'El Alto et la Cordillère Royale, en arrière-plan

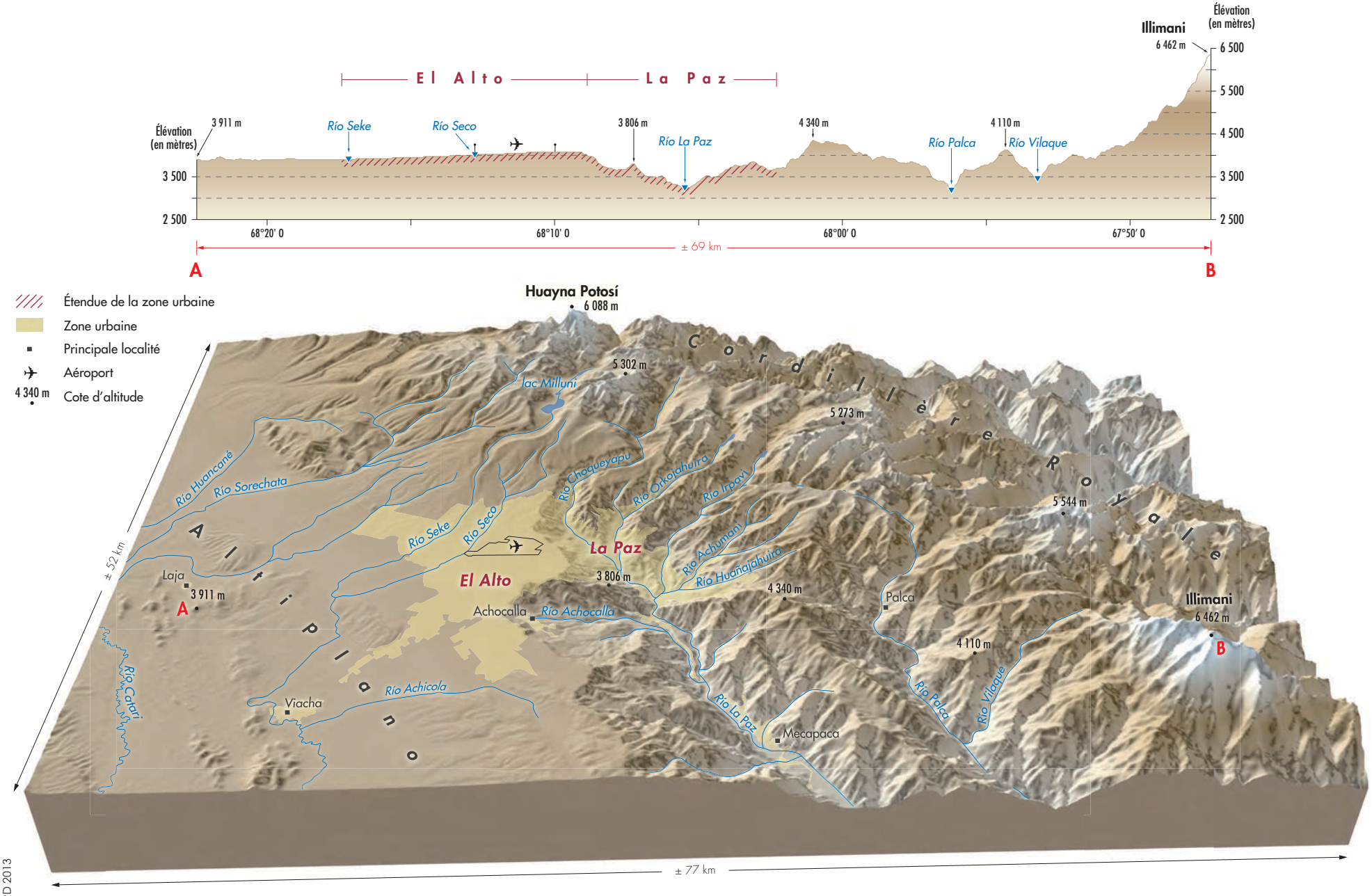
© IRD/S. Hardy

Illustration 23

Aménagements de drains à La Paz

© IRD/S. Hardy

Les conditions physiques



© IRD 2013

Sources : carte topographique IGM (Bolivie), feuille La Paz (SE 19-3), 1/250 000, 1969 ; CIAT-CSI SRTM website (http://srtm.csi.cgiar.org)

Les espaces exposés à l'occurence d'aléas d'origine naturelle

Planche 10

L'agglomération de La Paz est exposée à l'occurrence d'aléas d'origine naturelle très variés : précipitations, glissements de terrain, inondations. Dans la mesure où depuis le déplacement de La Paz dans la vallée du torrent Choqueyapu, ces aléas ont été décrits et analysés, les lieux où ils se manifestent peuvent être cartographiés.

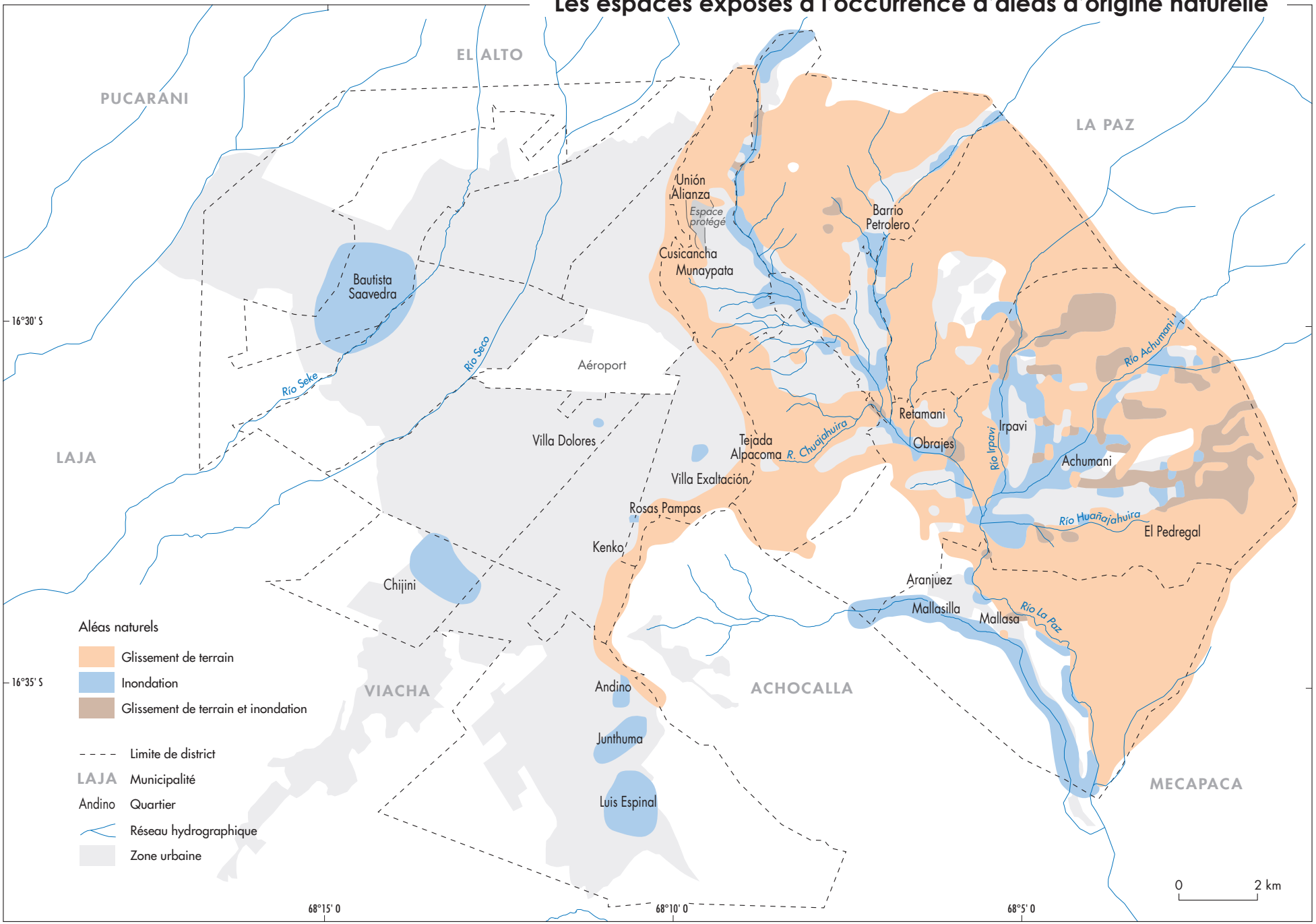
Dans la municipalité de La Paz, les aléas d'origine naturelle sont plutôt bien connus. L'étude commandée au Bureau de recherche géologique et minière (BRGM) en 1977 a provoqué une considérable amélioration de leur connaissance et de leur localisation (Hardy, 2009c). Cette connaissance à petite échelle a été progressivement approfondie à plus grande échelle par les services de la municipalité en charge des risques. Ces derniers ont par exemple publié une nouvelle carte des aléas d'origine naturelle en 2004, régulièrement modifiée avec les nouvelles données disponibles. C'est en partie ce que reflète la carte des espaces exposés à l'occurrence d'aléas d'origine naturelle. Elle a été construite en prenant en compte les données du BRGM et des services municipaux, tout en les réinterprétant. En effet, les données créées par le Gouvernement municipal de La Paz (GAMLP) en 2004 identifiaient les aléas qui étaient susceptibles d'endommager le territoire urbain de la municipalité. Le GAMLP a retenu onze aléas différents : inondation, coulées boueuses, glissement de terrain (avéré, susceptible simple, susceptible complexe), éboulement, érosion superficielle, érosion souterraine, érosion à la fois souterraine et superficielle, fontis, siphonage. En 2004, pour la construction de sa carte, l'équipe du GAMLP avait pondéré ces aléas en fonction de la probabilité de manifestation, de la récurrence et de l'intensité (Ayalá *et al.*, 2004).

Contrairement au GAMLP, pour construire la carte des espaces exposés à l'occurrence d'aléas d'origine naturelle nous avons choisi de ne pas pondérer les aléas, pour diverses raisons. D'une part, même s'il s'agit de processus physiques, dans de nombreux cas, leur dynamique est souvent influencée par les mutations de peuplement (Pigeon, 2005 ; 2010), comme ceux en cours dans l'agglomération de La Paz. Certes, il y a des aléas dont l'origine ou les trajectoires ne sont pas anthropisables (Pigeon, 2005 : 90), mais l'urbanisation anthropise les sites utilisés et tend à anthropiser aussi certains processus physiques à grande échelle quand bien même leur origine serait naturelle, au moment même où ils interagissent avec le peuplement humain (Pigeon, 2007).

Par exemple, à partir du 13 février 2009, un glissement de terrain dans les quartiers Retamani II et III, situés sur le versant nord-est de la vallée du Choqueyapu, a provoqué en quelques jours la destruction d'au moins 70 maisons et l'évacuation d'au moins 700 habitants. L'événement a été qualifié de naturel par les gestionnaires des risques du GAMLP, en même temps qu'ils ont abondamment commenté combien, en l'absence d'un système d'égouts dans ces quartiers, le suintement des eaux usées depuis des fosses septiques souvent mal construites par les habitants a favorisé le déclenchement du glissement. Avec cet exemple, on se rend bien compte des difficultés à différencier dans la dynamique du glissement, la part entre le naturel et l'anthropique. Pour cette raison, notre choix de ne pas pondérer souligne l'incertitude autour de la probabilité de manifestation de l'aléa, de la récurrence et de l'intensité, liée à l'anthropisation des processus physiques en question.

D'autre part, en 1977, le BRGM avait été engagé par la municipalité de La Paz, grâce à un prêt de la Banque mondiale, pour réaliser un Plan de développement urbain

Les espaces exposés à l'occurrence d'aléas d'origine naturelle



© IRD 2013

Sources : GAMLP, 2011 ; GAMEA, 2011

qui comportait déjà un très important volet sur les risques naturels. À cette occasion, une carte de constructibilité à l'échelle de la ville de l'époque avait été réalisée. Elle avait synthétisé toute l'information géologique disponible pour déterminer en trois classes l'aptitude des terrains à être construits (constructible, constructible avec des restrictions, non constructible). Quand on compare cette carte avec celle des aléas produite par les services municipaux en 1977, on observe que les secteurs désignés comme non constructibles en 1977 ne sont plus considérés en 2004 comme très exposés : par exemple, Munaypata, Aranjuez, Mallasilla, El Pedregal, Barrio Petrolero. Certes, les connaissances géologiques se sont affinées en un peu moins de 30 ans et de leur côté, les techniques de construction se sont améliorées. Il n'en demeure pas moins que les différences dans la spatialisation des niveaux d'exposition aux aléas entre la carte établie par le BRGM et celle établie par le GAMLP sont grandes. Aussi, n'étant pas spécialiste des questions des aléas, a-t-on préféré, tout en retenant les travaux plus récents de l'équipe du GAMLP (et surtout plus utiles pour l'objectif de construction d'une carte d'exposition aux aléas d'origine naturelle), ne pas les pondérer.

Enfin, l'étude menée par le BRGM, même si elle anticipait l'expansion spatiale de la ville, ne couvre pas environ 30 % de la superficie aujourd'hui construite (Hardy, 2009c). En outre, les services municipaux d'El Alto ne disposent pas du niveau d'expertise sur le temps long de ceux de La Paz. L'urbanisation étant beaucoup plus récente à El Alto, la topographie relativement plane, l'occurrence d'aléas d'origine naturelle est très faiblement perçue, d'autant que les événements catastrophiques n'ont souvent pas été documentés. Mais une étude menée en 2008 dans les districts 5 et 6 (Hardy, 2008) a au contraire montré que le processus d'urbanisation non planifié avait conduit à l'occupation des lits majeurs des torrents qui traversent El Alto, ainsi que celle de terrains instables, notamment ceux qui servaient de décharge en bordure du versant ouest de la vallée du Choqueyapu. En complétant ces données de 2008 par d'autres provenant des services municipaux d'El Alto, en considérant comme pour La Paz les aléas non anthropisés, nous avons complété la carte des espaces exposés à l'occurrence d'aléas d'origine naturelle pour la municipalité d'El Alto.

Les différents aléas ont tous été cartographiés en même temps dans l'espace de l'agglomération et regroupés en trois catégories : glissement de terrain, inondation, et la concomitance possible des deux processus physiques dans l'espace. La carte des espaces exposés à l'occurrence d'aléas d'origine naturelle ainsi construite, appelle plusieurs commentaires.

La ville de La Paz est beaucoup plus exposée qu'El Alto. La topographie et la géologie pacénienne expliquent largement ce fait.

La partie supérieure des versants occidentaux, la majeure partie des versants orientaux, ainsi que les versants nord, sont concernés par les glissements de terrain. Le profil géologique pacénien est en effet composé de formations sédimentaires quaternaires meubles qui glissent d'autant plus facilement que les précipitations, même si elles ne sont pas importantes en moyenne annuelle (moins de 600 millimètres) soit apportent brutalement un fort volume d'eau qui les sature immédiatement et les fait glisser, soit apportent progressivement pendant toute la durée de la saison des pluies (décembre-mars) l'eau qui progressivement sature les formations, notamment les argiles et les fait glisser lentement en emportant avec elles les terrains qui les recouvrent. Quel que soit le cas de figure, les caractéristiques

à grande échelle de la déclivité influencent l'effet gravitaire qui contribue au déséquilibre des formations en place et donc au déclenchement du glissement.

De son côté, le lit majeur du torrent Choqueyapu et ceux de ses très nombreux affluents constituent les espaces concernés par l'occurrence d'inondation, la plupart du temps sous forme de crue-éclair provoquée, au regard de la topographie, par l'énergie avec laquelle l'eau de ruissellement pluvial arrive ainsi concentrée. Les temps de concentration sont en effet réduits dans cette cuvette escarpée, peu protégée par une couverture végétale ténue. Les espaces situés entre Obrajes et Mallasa sont particulièrement exposés, car le Choqueyapu y reçoit les eaux de ses principaux affluents, alors que la déclivité s'y atténue, deux facteurs qui conjugués favorisent l'occurrence d'inondations étendues. À l'amont des torrents, la forte déclivité et l'énergie libérée par des précipitations d'importants volumes d'eau concentrées dans un temps très court favorisent les affouillements et par conséquent, la concomitance des glissements de terrain et des inondations, comme dans la partie amont d'Achumani ou d'Irpavi. Le réseau hydrologique superficiel et souterrain provoque aussi, 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 (illustration 24) (Franqueville, 2000 : 156).

La ville d'El Alto s'est en partie édifiée sur la bordure de la vallée du Choqueyapu. Toute une frange qui court du nord au sud, le long des limites avec La Paz puis Achocalla est ainsi exposée au glissement de terrain. Des quartiers comme Rosas Pampas et Tejada Alpacoma sont régulièrement affectés par le glissement de la partie haute des versants de la vallée. Par ailleurs, des quartiers d'El Alto ont été édifiés sur des remblais de dépôts de déchets non contrôlés, mal

Illustration 24

Les fontis sont récurrents dans La Paz et provoquent des dégâts importants aux structures, notamment routières.

© IRD/S. Hardy

réalisés dans des dépressions proches de la bordure de la vallée du Choqueyapu, qui parfois s'effondrent comme à Cusicancha ou Unión Alianza.

Mais l'aléa le plus récurrent à El Alto est l'inondation. Le plateau est traversé de torrents de direction nord-est sud-ouest provenant de la Cordillère Royale. Dans le nord de la ville, certains de ces torrents comme le Seco et le Seke entaillent même profondément le plateau avant que leur profil respectif ne s'adoucisse pour leur permettre de traverser le reste de la ville d'El Alto, jusqu'à devenir presque imperceptibles, d'autant que le régime pluviométrique les rend intermittents. De très nombreuses parties de quartiers d'El Alto ont ainsi été édifiées dans les lits majeurs des torrents. Au fil du temps, les tronçons de torrents, qui servent de drain principal d'évacuation des eaux usées, ont été canalisés, anthropisant le processus aboutissant à l'inondation lorsqu'elle se produit. C'est pour cette raison que les espaces concernés par ce processus n'ont pas été considérés comme exposés aux aléas naturels sur la carte.

En revanche, en certains lieux d'El Alto, la nappe phréatique est parfois très proche de la surface du sol. La toponymie l'indique parfois en désignant des lieux-dits sous la forme de *Señor de la Laguna*[34], sortes de tourbières. Pendant la saison des pluies, la nappe peut affleurer et lentement et longuement inonder par suintement les quartiers qui se sont édifiés par-dessus ou à proximité. C'est le cas des quartiers Bautista Saavedra, Villa Dolores, Villa Exaltación, Kenko, Chijini, Andino, Junthuma, Luis Espinal. L'existence de puits perdus, comme d'infiltrations, participent aussi à recharger la nappe.

La carte des espaces exposés à l'occurrence d'aléas d'origine naturelle apporte donc un diagnostic actuel : lorsque se déclenchera le ou les aléas, l'endommagement de l'espace concerné sera certain, sans pouvoir en préciser l'ampleur. En effet, une bonne partie de l'agglomération est déjà urbanisée et abrite donc des enjeux susceptibles d'être endommagés : population, centres de santé, système d'approvisionnement en eau potable, etc. Par conséquent, c'est en priorité dans ces espaces qui abritent des enjeux qu'il faut aujourd'hui intervenir, et non sur les espaces d'aléas, en y orientant les mesures de gestion des risques. À court terme, les urgences se manifesteront dans ces espaces abritant des enjeux.

En revanche, dans les espaces non encore urbanisés, la carte des espaces exposés à l'occurrence d'aléas d'origine naturelle a plutôt un statut de document de planification : dans les secteurs non encore urbanisés, l'endommagement reste potentiel étant donné qu'il n'y a pas encore d'élément susceptible d'y être endommagé. Cependant, si les autorités municipales de La Paz et/ou d'El Alto prévoient d'urbaniser ces espaces, elles devront alors prendre en compte l'occurrence possible d'aléas d'origine naturelle pour évaluer les endommagements possible, voire la perte, des éléments qui y seront prévus.

Les aléas anthropiques : la dangerosité des activités

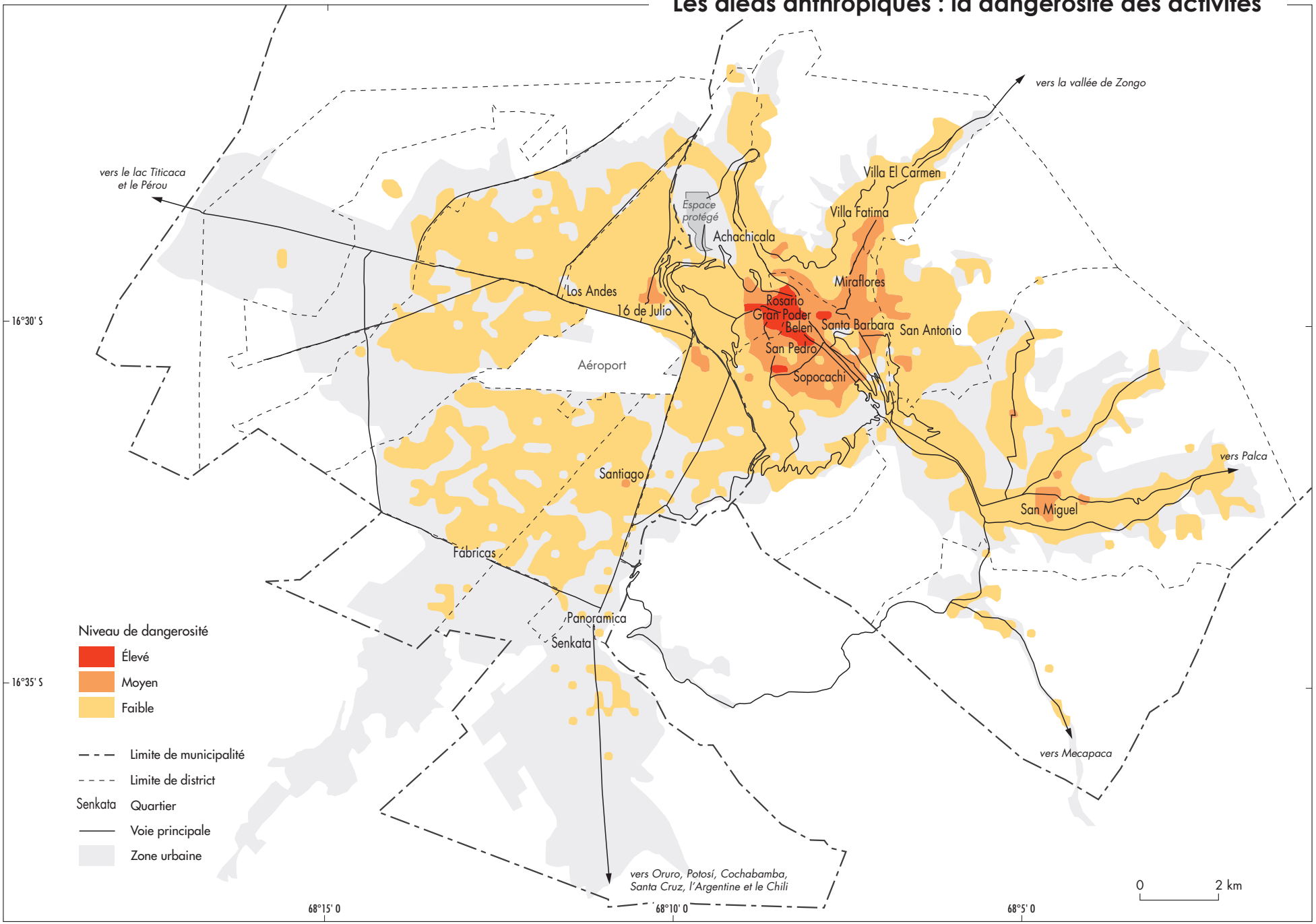
Planche 11

Généralement, en Bolivie, le terme risque est presque exclusivement employé pour évoquer les aléas d'origine naturelle. Il existe toutefois d'autres types d'aléas comme les aléas d'origine anthropique pour lesquels il n'existe souvent pas ou peu de données disponibles pour les quantifier et les caractériser. La base de données Desinventar[35] recense quelques événements d'origine anthropique ayant provoqué des accidents et des catastrophes, mais elle ne permet pas de cartographier les lieux dangereux, c'est-à-dire les lieux qui génèrent les aléas anthropiques. Par conséquent, aucune cartographie des aléas d'origine anthropique n'est disponible dans l'agglomération de La Paz et donc, il n'y a aucune politique pour les gérer.

Dans l'agglomération de La Paz, les aléas anthropiques sont pourtant divers, nombreux et très présents dans tout l'espace. Par exemple, même si l'agglomération a, relativement, perdu son caractère industriel au profit de Santa Cruz, l'activité industrielle demeure un secteur économique important. Par ailleurs, il s'agit le plus souvent d'activités ayant peu évolué, recourant à des techniques souvent obsolescentes et dangereuses ou aux conséquences dangereuses. C'est ainsi que l'industrie textile, en particulier celle de la filière du cuir (tannerie, mégisserie, teinturerie, etc.) est encore très active dans l'agglomération. Elle est essentiellement réalisée par une multitude de petites entreprises artisanales, peu soucieuses et/ou capables de respecter les législations existantes en matière de production industrielle, provoquant d'importantes pollutions. De la même manière, il y a dans l'agglomération de nombreuses entreprises artisanales, de petites tailles, spécialisées dans le

34 ▸ Seigneur de la lagune.
35 ▸ Voir D'Ercole *et al.*, 2009b.

Les aléas anthropiques : la dangerosité des activités



© IRD 2013

Sources : Camara Departamental de Industria de La Paz, *2004 ; GAMLP, 2007 ; Desinventar, 2007*

travail des métaux, qui génèrent également de nombreuses pollutions. Autre exemple : depuis quelques années, la présence de stations-services distribuant des hydrocarbures sous forme liquide et gazeuse s'est accrue, sans donner l'impression que leur ouverture ait été soumise au respect de quelques règles élémentaires de sécurité comme celles de distance avec des bâtiments accueillant du public ou des résidences. Or, les stations-services sont des aléas d'origine anthropique dans la mesure où leur activité peut provoquer des incendies et/ou des pollutions susceptibles d'être dangereux pour la population.

Au regard de ce constat, l'établissement d'une carte des aléas d'origine anthropique devient un outil de préparation aux catastrophes et de gestion préventive. La carte permet d'anticiper la localisation d'éventuels problèmes et des ressources nécessaires à leurs résolutions. Elle peut également aider à réfléchir à l'usage actuel et futur du sol.

L'établissement d'une telle carte n'est toutefois pas une opération facile. Pour pallier l'absence d'un recensement spécifique des aléas d'origine anthropique, nous avons utilisé les données issues du recensement des activités économiques réalisées en 2007 par l'*Oficialía mayor de promoción económica* du Gouvernement autonome municipal de La Paz (GAMLP) et celles de la *Camara Departamental de Industria de La Paz* de 2004 qui concernent la ville d'El Alto. On a alors localisé dans l'espace les entreprises qui ont été au préalable identifiées en fonction de leur type d'activité économique pour ne retenir que celles qui ont été considérées comme les plus dangereuses. Par exemple, les activités de services comme les boutiques de vente d'aliments au détail, les cafés, etc., n'ont pas été qualifiées d'activités dangereuses. C'est pourquoi la carte des aléas d'origine anthropique qui en résulte est dénommée carte de dangerosité des activités. Elle ne représente que très partiellement la réalité des aléas d'origine anthropique, d'autant plus qu'elle ne prend en compte que les activités économiques formelles recensées et n'analyse pas l'ensemble des mécanismes qui font qu'une activité devient dangereuse. La carte qui en résulte établit cependant une photographie des espaces de l'agglomération les plus dangereux en fonction du nombre d'entreprises dont l'activité a été identifiée comme dangereuse pour la population. Le niveau de dangerosité reflète le nombre d'entreprises exerçant une activité dangereuse présent dans l'espace considéré. Entre 1 à 20 entreprises, le niveau de dangerosité a été qualifié de faible ; de 20 à 66, il a été qualifié de moyen et fort au-delà de 66 entreprises.

Contrairement aux idées les plus répandues, ce ne sont pas les espaces de la ville d'El Alto qui exposent le plus la population aux dangers d'origine anthropique. L'antériorité de l'urbanisation et du développement économique joue encore largement en faveur de la ville de La Paz au regard du critère de la présence d'un grand nombre d'entreprises, notamment celles dangereuses. C'est ainsi que des quartiers très proches du centre de La Paz comme Rosario, Gran Poder, San Pedro, Belen et Santa Barbara présentent un fort niveau de dangerosité puisqu'ils concentrent encore un très grand nombre d'entreprises petites mais dangereuses, notamment celles liées à la filière du cuir.

Autour de ce premier espace exclusivement pacénien, très ramassé, se déploie un espace un peu plus étendu où le niveau de dangerosité d'origine anthropique est considéré comme moyen. Il couvre les quartiers attenants au premier espace identifié, à savoir Los Andes, Sopocachi, Miraflores, Villa San Antonio, Villa Fatima. Quelques rares autres espaces ont le même profil comme San Miguel – où en dépit du caractère résidentiel de cette partie de la

ville, les activités dangereuses, parce que leur installation n'est pas contrôlée comme les stations-services, sont très présentes – mais et surtout, à El Alto, Villa 16 de Julio et Santiago.

Dans le reste de l'espace pacénien et alténien, la concentration d'activités dangereuses est beaucoup moins forte. Cela ne signifie pas pour autant qu'il n'y a aucun danger et que les autorités en charge de la gestion des risques doivent s'en désintéresser. À El Alto, Senkata, Panoramica et Fábricas sont des espaces qui concentrent certes assez peu d'entreprises dangereuses, mais leur activité est en revanche particulièrement dangereuse. C'est par exemple à Senkata que sont stockés et traités tous les hydrocarbures liquides et gazeux qui sont ensuite distribués dans l'agglomération (illustration 25). La même situation existe à La Paz dans des lieux comme Villa El Carmen et Achachicala.

Cette cartographie des aléas anthropiques à partir du critère de la concentration d'entreprises aux activités dangereuses pour la population est imparfaite, mais elle constitue un premier effort pour attirer l'attention sur la nécessité d'intégrer ce type d'aléa dans la politique de gestion des risques de l'agglomération.

Par exemple, le danger que représente Senkata ne peut pas être géré qu'à l'échelle de la ville d'El Alto. Tout d'abord parce que Senkata est un enjeu dont la perte affectera toute l'agglomération de La Paz ; mais aussi parce que gérer un problème à Senkata requiert au moins la mobilisation des moyens des deux villes, de manière concertée et coordonnée. Or, pour l'instant, la forme de la relation institutionnelle entre les deux principales municipalités de l'agglomération ne le permet pas. Encore une fois, cet exemple démontre que la gestion des risques invite à passer à une autre échelle, celle de l'agglomération urbaine.

Illustration 25

Le stockage des hydrocarbures rend le site de Senkata à El Alto particulièrement dangereux pour toute l'agglomération.

© IRD/S. Hardy

Une vulnérabilité liée à l'accessibilité

Évoquer les risques dans l'agglomération pacénienne consiste le plus souvent à mobiliser l'argument de la nature. Pourtant, il existe d'autres arguments, comme celui de l'accessibilité. Dans un site aux fortes déclivités, où les voies de circulation, étroites et sinueuses, sont souvent configurées en cul-de-sac, l'accessibilité des espaces de l'agglomération joue un rôle important quand survient un événement d'origine naturelle ou anthropique. Établir l'accessibilité des espaces de l'agglomération participe alors à renseigner sur une forme de vulnérabilité de la population trop rarement observée.

L'accessibilité : un facteur non négligeable de vulnérabilité

Planche 12

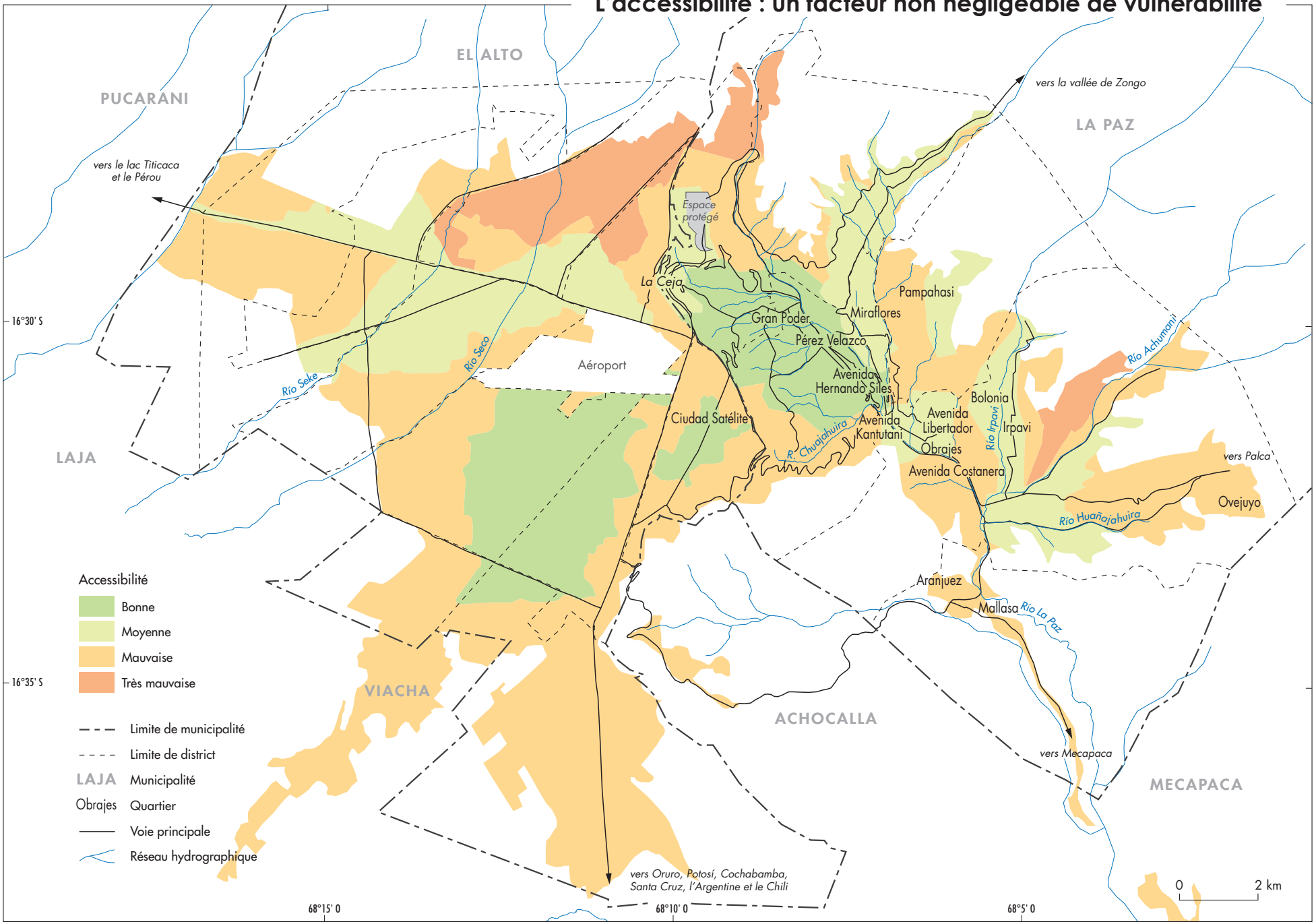
Les travaux qui abordent la vulnérabilité prennent souvent en compte uniquement les caractéristiques socio-économiques de la population. C'est ainsi que la carte de vulnérabilité globale de la population de La Paz, publiée en 2004 par le GAMLP (Ayalá *et al.*, 2004), est une synthèse qui spatialise ce type de données : population inoccupée, densité de population, taux de croissance démographique, moyenne d'années d'études, analphabétisme, indice des nécessités élémentaires insatisfaites.

Il existe toutefois bien d'autres facteurs qui renseignent sur le niveau de vulnérabilité de la population. Ils sont certes plus difficiles à construire que ceux plus classiquement extraits des recensements de la population, mais ils sont aussi très intéressants à mobiliser et complémentaires aux premiers, pour comprendre comment le fonctionnement d'une agglomération peut être fragilisé et avec lui, sa population. L'accessibilité de la population à l'espace est un de ces facteurs de vulnérabilité qui retiennent particulièrement l'attention.

L'accessibilité de l'espace repose sur l'idée simple que l'espace n'étant pas uniforme, certaines de ses parties sont plus accessibles que d'autres. La présence de cours d'eau à traverser, de pentes à forte déclivité, un faible nombre de voies de circulation, un trafic plus important qu'ailleurs, etc. sont autant de caractéristiques qui différencient l'espace, le découpent, en fonction de la facilité avec laquelle la population peut s'y déplacer. Quand il y a au sein d'une agglomération une portion d'espace moins accessible qu'une autre, la population aura alors plus de difficultés qu'ailleurs à entrer et sortir de cette portion d'espace pour atteindre une autre portion.

L'absence de certaines fonctions dans une portion d'espace d'une agglomération moins accessible que d'autres rend alors l'accès à ces fonctions plus compliqué qu'ailleurs. Par exemple, si un espace moins accessible n'est pas doté d'un centre de soins, la population qui s'y trouve devra se déplacer pour accéder à cet équipement qui sera présent dans une autre portion de l'espace de l'agglomération. Toutefois, elle rencontrera plus de difficultés pour y accéder que d'autres populations qui vivent dans un espace également non doté de cet équipement mais d'où elles peuvent en revanche entrer et sortir, en quelque sorte, se déplacer, plus facilement.

L'accessibilité : un facteur non négligeable de vulnérabilité



© IRD 2013

Source : INE, 2001

À partir de cette idée, une cartographie des espaces de l'agglomération de La Paz, établie en fonction de leur niveau d'accessibilité, a été réalisée. Elle représente des bassins d'accessibilité hiérarchisée en quatre niveaux d'accessibilité : bonne, moyenne, mauvaise et très mauvaise.

La réalisation de cette hiérarchisation de l'accessibilité de l'espace s'appuie sur une analyse fine de l'espace de l'agglomération de La Paz. Elle prend en compte de très nombreux critères : des critères physiques comme les données orographiques et hydrologiques (importance de la déclivité, densité du réseau hydrographique, etc.), associés au critère de la configuration générale du réseau routier urbain (nombre de voies, largeur des voies, sinuosité des voies, trafic supporté par ces voies, etc.). En superposant ces différentes informations, des bassins d'accessibilité de l'agglomération de La Paz ont été représentés (Nuñez-Villalba et Demoraes, 2009 ; Gallais, 2010 ; Préioni, 2010).

La carte des bassins d'accessibilité appelle plusieurs commentaires. De manière générale, le site de l'agglomération de La Paz rend la mobilité peu favorable. Le cœur de l'agglomération s'est en effet développé dans une profonde vallée entaillée par de nombreux torrents. Les altitudes s'étagent entre 4 445 mètres au nord et 3 007 mètres au sud sur une courte distance, expliquant les fortes déclivités. Les possibilités d'accès à cette vallée sont peu nombreuses et plutôt difficiles.

Les voies situées dans la partie sud de l'agglomération sont des voies sans issue, qui servent presque exclusivement à l'approvisionnement de la ville en produits maraîchers :

– la voie vers la municipalité de Palca (qui traverse Ovejuyo) est en terre dès que le tissu urbain se dédensifie, devient sinueuse et étroite, et ne permet pas d'aller au-delà de Palca ;

– la voie en direction de Río Abajo reste également sans issue dès que l'intense urbanisation des zones d'Aranjuez, Mallasa et Achocalla estompe ses effets.

Les voies du nord de la vallée sont donc les seules qui permettent d'en sortir :

– l'une en direction du nord-nord-est permet d'accéder aux vallées des Yungas. L'accès aux Yungas s'effectue par une route sinueuse, étroite, aux fortes déclivités, souvent endommagée par des mouvements de masse. Elle franchit en effet un ensemble montagneux de 1 100 kilomètres de long et de 150 à 400 kilomètres de large – la Cordillère Royale – de direction nord-nord-ouest/sud-sud-est, situé à l'est de La Paz. La Cordillère Royale sépare l'Altiplano des plaines amazoniennes, avec des sommets qui dépassent les 6 000 mètres (Huayna Potosí, Condoriri, Illimani, Illampu), et des déclivités supérieures à 30 degrés. Pour parcourir les 94 kilomètres qui relient La Paz aux Yungas, la route doit franchir un col situé à environ 5 200 mètres d'altitude à 25 kilomètres de La Paz, avant de redescendre vers les vallées profondément entaillées, étagées entre 1 000 et 2 500 mètres d'altitude. Cette distance s'effectue en plus de deux heures en voiture alors que la distance à vol d'oiseau n'est que de 50 kilomètres environ. Les fortes déclivités ont obligé à construire une route très sinueuse, au coût d'entretien plus élevé, qui éloigne en distance les deux points à relier. Or, cette voie vers les Yungas est importante, puisqu'elle sert à l'approvisionnement en produits tropicaux de la vallée de La Paz et l'Altiplano, et permet aussi d'accéder à la ville de Trinidad en Amazonie bolivienne. Elle supporte ainsi un trafic moyen d'environ 800 véhicules par jour en 2005. Les fortes déclivités des Yungas ont toutefois été mises en valeur par la compagnie productrice d'électricité pour La Paz (COBEE) qui a installé dans la vallée du torrent Zongo une dizaine d'usines hydroélectriques par conduites forcées. L'accès aux Yungas conditionne donc également l'approvisionnement électrique de l'agglomération de La Paz ;

– l'autre voie, située au nord-nord-ouest permet d'accéder à l'Altiplano. L'Altiplano – un vaste plateau situé à plus de 4 000 mètres d'altitude – présente une topographie doucement ondulée, favorable à la circulation. De l'Altiplano partent ainsi les routes qui donnent accès au Pérou, au sud minier de l'Altiplano (Oruro, Potosí) et aux vallées centrales de la Bolivie (Cochabamba, Sucre) en direction de l'Argentine, et au Chili. Structurées en radiales depuis le lieu-dit « La Ceja », il s'agit de routes stratégiques aussi bien pour les activités commerciales qu'industrielles et agricoles. C'est également sur l'Altiplano qu'a pu se développer l'aéroport national et international de La Paz. Mais pour accéder à l'Altiplano depuis La Paz, il faut franchir le versant occidental de la vallée à la déclivité élevée, et dont les roches en place sont instables. La seule voie capable de supporter un trafic élevé, notamment de véhicules lourds, est l'autoroute La Paz-El Alto en service depuis 1978 qui connecte le nord de La Paz (depuis la Place Pérez Velazco) à El Alto (La Ceja). Longue de douze kilomètres, elle ne franchit pourtant qu'une distance d'à peine trois kilomètres à vol d'oiseau. Le débordement urbain de La Paz s'étant principalement opéré sur l'Altiplano, El Alto est devenue une zone résidentielle pauvre de l'agglomération. L'autoroute La Paz-El Alto supporte donc aussi un trafic pendulaire important. On dénombre en moyenne que 22 000 véhicules par jour l'empruntent.

Ces différentes informations permettent de comprendre l'échelle plus fine des bassins d'accessibilité, notamment pourquoi dans l'ensemble, l'accessibilité des portions d'espaces de l'agglomération est plutôt moyenne à mauvaise. À l'intérieur même de l'agglomération, les déplacements peuvent être rendus difficiles par la fragmentation topographique liée à de nombreux obstacles orographiques et hydrographiques, accentués par des barrières d'origine anthropique restrictives (chaussées peu larges, rues en cul-de-sac, etc.) (illustration 26).

Dans la municipalité de La Paz, les nombreux torrents découpent le tissu urbain en de nombreuses entités parfois assez difficiles d'accès. Aussi les principales voies de circulation sont-elles disposées longitudinalement, installées dans le lit majeur du torrent Choqueyapu. Selon la largeur du lit majeur et la présence ou non d'un obstacle orographique, elles peuvent se dédoubler (Avenida Costanera et Avenida Hernando Siles) ou au contraire se rétrécir pour devenir unique, étroite et sinueuse (Avenida Libertador). Ces voies longitudinales sont essentielles pour les déplacements dans La Paz, justifiant des aménagements parfois coûteux, comme le tunnel du Collège américain qui permet de faire passer une voie qui relie la partie nord de la ville à sa partie sud, *via* l'Avenida Kantutani.

Illustration 26

La plupart des rues de l'agglomération sont en terre, étroites, sinueuses et pentues, ce qui complique l'accès d'un point à un autre de l'agglomération.

© IRD/S. Hardy

La profonde entaille que découpe le torrent Choqueyapu complique aussi les déplacements transversaux à l'intérieur de la ville. Elle oblige, pour relier la partie ouest de La Paz à sa partie est, de franchir le pont Las Américas long de 250 mètres (illustration 27), ou le très récent pont Trilizos, ou encore d'effectuer de longs détours, essentiellement par le nord où la concentration des principales activités commerciales augmentent sensiblement les temps de déplacement. Plus au sud, pour relier par exemple la rive gauche de la vallée d'Irpavi au plateau de Pampahasi situé au nord-ouest, il est nécessaire de faire un détour, qui contourne un obstacle orographique aux fortes déclivités. Il est donc nécessaire de redescendre en direction du sud-ouest pour franchir le pont de Bolonia situé à Obrajes, pour ensuite remonter vers le nord-ouest vers Pampahasi.

Illustration 27

Les ponts sont des éléments fondamentaux dans l'accessibilité pacénienne. Il n'y en a cependant que deux qui permettent de relier les deux versants est-ouest de la vallée.

© IRD/S. Hardy

De manière générale, les obstacles orographiques et hydrologiques compartimentent fortement l'espace de La Paz en secteurs où les connexions transversales sont difficiles, voire inexistantes. Ces obstacles sont alors souvent convertis en parcs et zones de protection.

Le centre de La Paz et les portions d'espaces adjacents présentent un bon niveau d'accessibilité à l'échelle locale. Dans cette portion de l'agglomération, les rues sont souvent étroites et sinueuses, encombrées par le trafic routier, mais elles sont nombreuses, en bon état, ce qui pallie largement les faiblesses. Ce bassin héberge de très nombreuses fonctions urbaines, notamment les principaux centres hospitaliers publics et privés situés à Miraflores.

Dans la municipalité d'El Alto, l'hydrologie et l'orographie ne constituent pas vraiment des obstacles à la circulation. Il faut certes franchir des torrents, comme le Seke et le Seco pour se rendre en direction du Pérou. Toutefois, les solutions techniques sont faciles à mettre en œuvre et finalement assez peu onéreuses quand on les compare à celles nécessaires à La Paz. En revanche, des obstacles d'ordre anthropique compliquent les déplacements. C'est le cas de l'aéroport, équipement présent bien avant l'urbanisation d'El Alto, qui constitue un véritable obstacle que les voies de circulation doivent contourner. La présence de l'aéroport explique aussi que les voies de formes semi-radiales se concentrent toutes à La Ceja, provoquant un effet entonnoir, à l'entrée/sortie de l'autoroute La Paz-El Alto, et donc un encombrement presque permanent de ce nœud de circulation pourtant de grande importance comme plateforme d'offre de transport. Enfin, le trafic de minibus, le principal système de transport en commun pour toute l'agglomération, encombre les principales voies routières autour de l'aéroport et complique les déplacements. Relier la partie nord à la partie sud d'El Alto oblige donc à d'assez longs détours par l'est

ou par l'ouest, qui concentrent alors le trafic sur quelques tronçons et le rendent peu fluide. Ces contraintes expliquent pourquoi la plupart des bassins sont classés comme ayant une mauvaise à moyenne accessibilité et qu'il n'y ait que deux bassins à bonne accessibilité autour de Ciudad Satélite et au sud de l'aéroport où le réseau routier est d'assez bonne qualité tout en supportant un trafic plus modéré. Toute la partie nord-est d'El Alto constitue même un bassin où l'accessibilité est très mauvaise : voies routières en terre impraticables dès qu'il pleut, dont des portions entières ne se connectent pas à d'autres voies, qui doivent franchir les torrents Seke et Seco fortement encaissés dans ces espaces.

Les bassins d'accessibilité renseignent sur une forme de vulnérabilité de la population que les facteurs socio-économiques ne fournissent pas. La carte montre, par exemple, que les populations plutôt aisées et instruites, non visibles sur les cartes de vulnérabilité socio-économique, vivent dans des portions d'espaces de l'agglomération où l'accessibilité est moyenne (partie sud de La Paz) ou bonne (Ciudad Satélite). En revanche, pour accéder à d'autres portions de l'agglomération comme le centre de La Paz, elles doivent traverser des portions d'espaces où l'accessibilité est mauvaise. Leur accès à certaines fonctions de l'agglomération comme celles de la santé de Miraflores est donc fragile. Le niveau d'accessibilité de l'espace de l'agglomération les rend donc vulnérables. L'orage de grêle de février 2002, en détruisant et/ou inondant des portions de voies de circulation et des ponts, a isolé certains bassins des autres (illustration 28). La partie sud de La Paz n'a pas été très endommagée, mais sa population n'avait plus accès aux fonctions de santé à cause de la perte d'accessibilité aux autres espaces de l'agglomération. L'accessibilité spatiale a donc mis à jour un facteur de la vulnérabilité de la frange aisée de la population, qui n'est habituellement pas observé.

En l'absence de données précises et comparables entre les municipalités de La Paz et celle d'El Alto (plus rares comptages de véhicules à El Alto qu'à La Paz, etc.), la carte d'accessibilité de l'agglomération de La Paz reste encore très perfectible. Mais elle offre déjà une possibilité d'appréhender la vulnérabilité de la population dans l'agglomération de La Paz sous un angle novateur.

Illustration 28

Un glissement de terrain peut provoquer la perte d'une voie de circulation importante et donc, l'accessibilité entre espaces de l'agglomération, voire leur isolement.

© IRD/S. Hardy

Une population vulnérable

La vulnérabilité est souvent abordée par des facteurs socio-économiques qui concernent la population. Ici, les facteurs qui ont été sélectionnés l'ont été de façon à qualifier au mieux ce qui rend la population vraiment vulnérable et qui par la même occasion la différencie le plus. Il s'agit de facteurs économiques – matériau de construction du logement, accès aux services publics d'eau potable et d'électricité, équipements dont disposent les foyers – et sociaux – âge de la population, niveau d'instruction, ancienneté de l'installation dans l'agglomération. Cette sélection de facteurs socio-économiques renseigne directement sur la vulnérabilité de la population. Par exemple, où la population dispose-t-elle d'un véhicule pour se rendre dans un hôpital en cas de catastrophe dans un contexte où il n'y a quasiment pas d'ambulance ?

Les constructions en adobe

Planche 13

Dans une agglomération qui compte environ 1 428 000 habitants en 2001, le bâti n'est pas homogène d'un quartier à un autre. À défaut de données sur la richesse des habitants, les différences de qualité du bâti informe indirectement du niveau économique de leurs occupants.

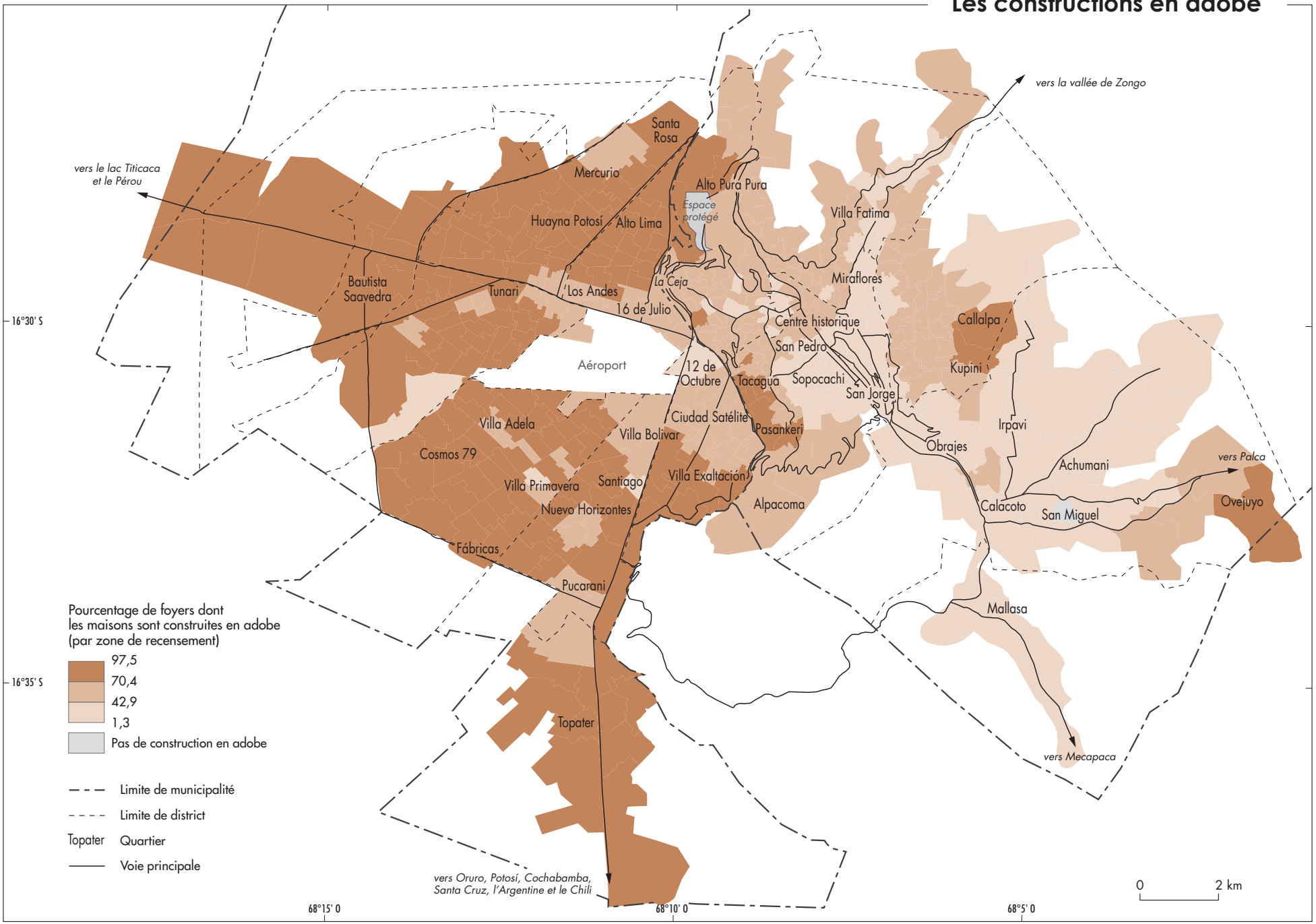
Le dernier recensement général de la population réalisé en 2001 renseigne le type de matériau utilisé pour construire le logement recensé. Parmi les différents types, il propose le choix de l'adobe. Il s'agit d'une brique d'argile obtenue par séchage au soleil, sans cuisson (illustration 29). Ce matériau de construction est commun à La Paz, surtout utilisé dans les constructions d'habitat ancien et dans les constructions d'habitat populaire. L'utilisation de l'argile est en effet facile, car elle est présente à faible profondeur presque partout dans l'agglomération. La brique d'adobe est donc très bon marché. La technique de la construction en argile est par ailleurs répandue et maîtrisée. Enfin, les briques d'adobe présentent l'avantage d'assez bien protéger des rigueurs du climat pacénien.

Illustration 29

L'adobe reste le matériau de construction des logements le plus largement utilisé dans l'agglomération.

© IRD/S. Hardy

Les constructions en adobe



© IRD 2013

Source : INE, 2001

La carte des constructions en adobe dans l'agglomération de La Paz souligne une différence très marquée entre la municipalité de La Paz et celle d'El Alto. Alors que l'utilisation de l'adobe est très largement répandue dans les constructions à El Alto, son utilisation est moins importante à La Paz et beaucoup plus circonscrite dans certains espaces de la municipalité.

Moins de 42,9 % des constructions du centre historique de la municipalité de La Paz et des quartiers qui l'entourent (Sopocachi, San Jorge, Miraflores, San Pedro, Villa Fatima) sont en adobe. Ces espaces sont occupés par des constructions plutôt récentes, souvent des immeubles composés de nombreux étages, en béton, associant logements bien équipés et bureaux d'organismes publics et privés. Dans ces espaces, les constructions en adobe correspondent à des bâtiments anciens, mais qui sont progressivement détruits pour justement faire place à de nouvelles constructions en béton.

Même si l'édification d'immeubles y prend de plus en plus d'ampleur, notamment à Obrajes et Calacoto, la partie sud-sud-est de la ville est encore majoritairement composée de petits bâtiments en béton de type villa, voire même presque exclusivement à San Miguel, Mallasa, Achumani, Irpavi.

Cette dynamique de développement d'immeubles en béton commence également à marquer El Alto, essentiellement dans les quartiers centraux proches de La Ceja comme 12 de Octubre, Villa Bolivar, et Santiago. Elle indique le caractère de plus en plus urbain, équipé et riche de certains quartiers de cette municipalité où vit désormais une bourgeoisie alténienne et où se développent des services qui lui sont destinés comme les agences bancaires, divers magasins permanents, etc.

À l'opposé, une très grande partie de la municipalité d'El Alto est composée de constructions où l'adobe prédomine à plus de 70,4 %. Il s'agit des quartiers périphériques comme Santa Rosa, Bautista Saavedra, Cosmos 79, Fábricas, Topater, Villa Exaltación. Ces quartiers récents, occupés par des familles issues du décloisonnement familial et des dernières vagues de migrants fuyant l'Altiplano, ressemblent à bien des égards à des villages ruraux et sont assez mal équipés. Ils se construisent progressivement par l'achat de parcelles agricoles qui sont d'abord clôturées, avant d'être bâties au rythme des fluctuations des revenus de ces jeunes familles.

Mais de nombreux quartiers non périphériques d'El Alto sont encore largement composés de constructions en adobe comme Alto Lima, Huayna Potosí, Tunari. Il s'agit de quartiers intermédiaires situés entre le cœur urbain alténien et les périphéries, où les populations sont désormais installées depuis suffisamment longtemps pour pouvoir investir avec sécurité dans l'équipement du foyer, avant de procéder à une future étape de consolidation.

Ces quartiers aux constructions en adobe ne sont pour autant pas exclusivement alténiens. On en observe quelques-uns à la Paz, mais leurs dynamiques sont différentes. Hormis Ovejuyo qui est une zone rurale en cours d'urbanisation par des classes moyennes pacéniennes qui investissent dans des terrains à bâtir, sans avoir forcément déjà les moyens de construire, les autres quartiers de La Paz où l'adobe prédomine sont des zones reconnues comme très exposées au risque de glissement de terrain et identifiées comme inconstructibles. Il s'agit des quartiers de Kupini, Callalpa, Pasankeri, Alto Tacagua, Alto Pura Pura. Leurs habitants, outre le fait qu'ils sont souvent pauvres, investissent *a minima* dans leur logement afin de conserver leurs faibles économies et être capables de faire face à la survenue d'une catastrophe qui les obligerait à refaire leur vie ailleurs.

Dans le reste de l'espace urbain de La Paz, c'est-à-dire sur les versants est et ouest, l'adobe représente entre 42,9 et 70,4 % des constructions. Il s'agit des quartiers populaires de la ville. En fait, dans ces espaces, les constructions mélangent souvent béton et briques d'adobe. La brique d'adobe a souvent permis de construire un logement initial, plutôt élémentaire, dans le but de rapidement occuper la parcelle et éviter ainsi son appropriation par d'autres personnes. Par la suite, quand les revenus du foyer l'ont permis, la construction a souvent été améliorée en édifiant de nouvelles pièces de manière horizontale ou verticale, en privilégiant alors le béton et la brique cuite.

Cette situation est également celle qui prévaut dans le cœur d'El Alto, dans les quartiers compris entre la bordure de la vallée du Choqueyapu et les parties nord et sud autour de l'aéroport : Villa 16 de Julio, Ciudad Satélite, Los Andes, Villa Bolivar ; et dans quelques quartiers moins centraux mais dont l'édification a été planifiée comme Mercurio, Villa Adela, Villa Primavera, Nuevo Horizontes, Pucarani. La majorité de ces quartiers ont été parmi les premiers à être édifiés. S'ils ont pu être précaires à leur début, leurs habitants les ont progressivement consolidés au fil du temps, au point d'être aujourd'hui des quartiers recherchés pour la qualité de leurs équipements, tout en restant populaires et encore abordables.

Ces quartiers populaires forment finalement un espace assez continu et homogène entre La Paz et El Alto, soulignant une fois de plus le caractère artificiel que constitue la séparation administrative entre les deux entités municipales.

La présentation des espaces de l'agglomération où l'adobe est utilisé comme matériau de construction indique une forme de précarité économique des foyers, en même temps que leur endommagement potentiel. En cas d'incendie, de glissement de terrain, d'inondation, etc., la susceptibilité d'endommagement d'un logement construit en adobe sera bien plus élevée que celle d'un logement dont les murs ont été édifiés avec des briques cuites dont la cohérence de la structure est assurée par l'emploi de béton.

L'usage de l'adobe peut aussi être interprété comme un comportement économique rationnel puisqu'il permet, en cas de dommage, un remplacement à moindre coût des structures. Il serait en quelque sorte une stratégie de résilience mise en place par une partie de la population de l'agglomération.

Les foyers sans pièce spécifiquement dédiée à la cuisine

Planche 14

Le recensement général de la population réalisé en 2001 fournit une information relative à la présence dans le foyer d'une pièce spécifiquement dédiée à la cuisine. Dans l'esprit des autorités boliviennes, l'introduction de ce critère dans la liste des questions du recensement était une manière d'évaluer un des aspects de la précarité du foyer. L'absence de cuisine signifie en effet qu'aucune pièce spécifique n'est dédiée à la préparation des repas. Celle-ci s'effectue donc dans une pièce du logement qui endosse d'autres fonctions : dormir, vivre, travailler souvent. Ce critère informe donc bien des moyens économiques dont dispose un foyer et de ses conditions générales de vie.

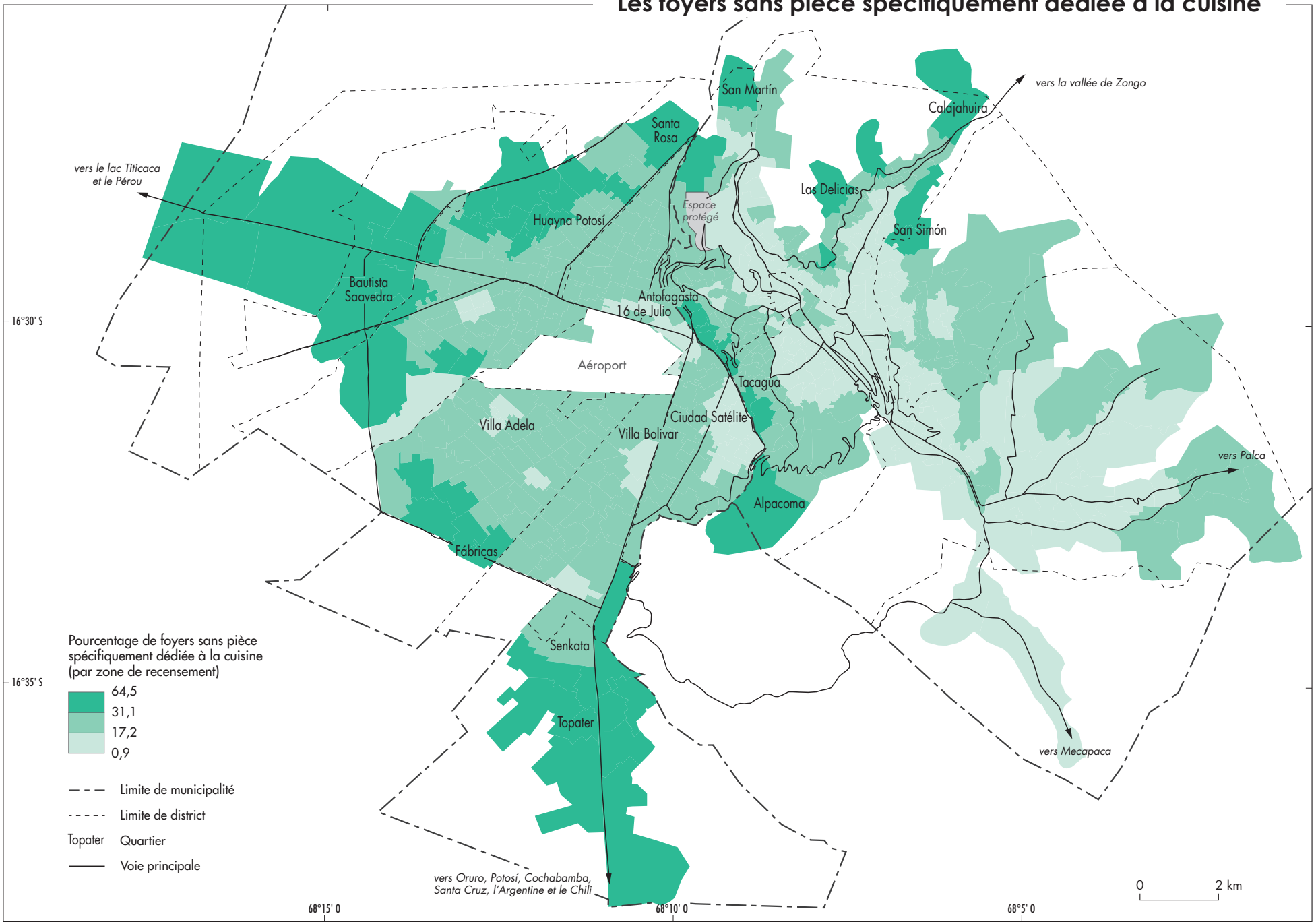
À partir de cette donnée, nous avons construit une carte qui indique la part des foyers de l'agglomération qui ne disposent pas d'une pièce spécifiquement dédiée à la cuisine. Cette carte indique tout d'abord que la majorité des foyers dispose d'une pièce dédiée à la cuisine. C'est largement le cas dans la plupart des quartiers de La Paz, avec toutefois une relative dégradation de la situation plus on s'éloigne des quartiers centraux. C'est ainsi que les quartiers situés dans la partie haute des versants occidentaux, orientaux mais aussi dans l'extrême nord et sud-est de La Paz ont un taux d'un foyer sur trois qui ne dispose pas d'une pièce exclusivement dédiée à la fonction de cuisiner. Il s'agit essentiellement de quartiers encore en construction, très souvent composés de petits logements d'une ou deux pièces pour lesquels une pièce exclusivement dédiée à la cuisine n'est pas encore une priorité dans les investissements à réaliser pour consolider le logement.

En revanche, cette situation où les quartiers ont un taux d'un foyer sur trois qui ne dispose pas d'une pièce exclusivement dédiée à la cuisine est la plus répandue à El Alto. Hormis les quartiers consolidés de Ciudad Satélite, Villa 16 de Julio, Villa Bolivar, Villa Adela, les habitants de la majorité des quartiers alténiens semblent avoir d'autres priorités que celle de posséder une pièce dédiée à la cuisine. Toutefois, on peut penser qu'ils consacrent assez vite une pièce dédiée à la cuisine, probablement dès que les besoins élémentaires sont comblés, car les quartiers où moins d'un tiers des foyers n'ont pas de cuisine sont finalement peu nombreux. Ils sont en périphérie, mais il ne s'agit pas pour autant de tous les quartiers périphériques : Topater, Fábricas, Bautista Saavedra, Huayna Potosí, Santa Rosa, Senkata sont des quartiers vastes, mais encore peu peuplés.

Les quartiers de La Paz où moins d'un tiers des foyers n'ont pas de cuisine sont ceux situés dans la partie haute des versants de la vallée du Choqueyapu, exposés à des risques et légalement non constructibles : Alpacoma, Calajahuira, San Simón, Las Delicias, San Martín, Alto Tacagua, Antofagasta. Leurs habitants semblent limiter un investissement coûteux et qui pourrait être facilement perdu en cas de catastrophe.

Le critère d'habiter un foyer qui possède ou pas une pièce spécifiquement dédiée à la cuisine éclaire sur la vulnérabilité de la population. Lorsqu'il y a présence d'enfants qui doivent évoluer dans une pièce multifonctions, la susceptibilité d'accident augmente étant donné que par leurs jeux, ils peuvent involontairement provoquer l'accident. Pour ces raisons, les foyers sans cuisine paraissent être un bon indicateur de vulnérabilité. La carte qui en résulte peut par exemple indiquer aux pompiers où ils risquent d'avoir à souvent intervenir sur des incendies domestiques et mieux localiser leurs moyens.

Les foyers sans pièce spécifiquement dédiée à la cuisine



© IRD 2013

Source : INE, 2001

Les foyers non connectés au réseau public de distribution d'électricité

Planche 15

Contrairement aux idées qui prévalent souvent sur les villes dans les pays situés aux Suds, elles sont, au moins pour les plus grandes d'entre elles, plutôt bien dotées en équipements et services urbains. Le dernier recensement général de la population de 2001 fournit une donnée concernant les foyers de l'agglomération de La Paz qui sont connectés au réseau de distribution d'électricité. À partir de cette donnée, on a construit une carte des foyers qui n'y sont pas connectés, toujours en suivant l'objectif de caractériser les foyers de l'agglomération.

Le résultat est assez conforme à celui attendu d'une grande ville puisque la très grande majorité des espaces de l'agglomération sont occupés par des foyers qui à 89,3 % sont connectés au réseau de distribution d'électricité. Cette situation est aussi bien observable à La Paz qu'à El Alto, confirmant la similitude déjà soulignée entre les deux municipalités, sur des nombreux critères. On n'observe en effet aucune césure entre les deux municipalités. Ce sont leurs périphéries respectives qui sont relativement moins bien connectées, avec une dégradation du taux de connexion plus importante à El Alto : sans être majoritaires, les espaces où un tiers des foyers et parfois beaucoup plus ne sont pas connectés, sont plus répandus en périphérie qu'à La Paz. C'est sur les raisons de cette moindre connexion en périphérie que divergent les explications.

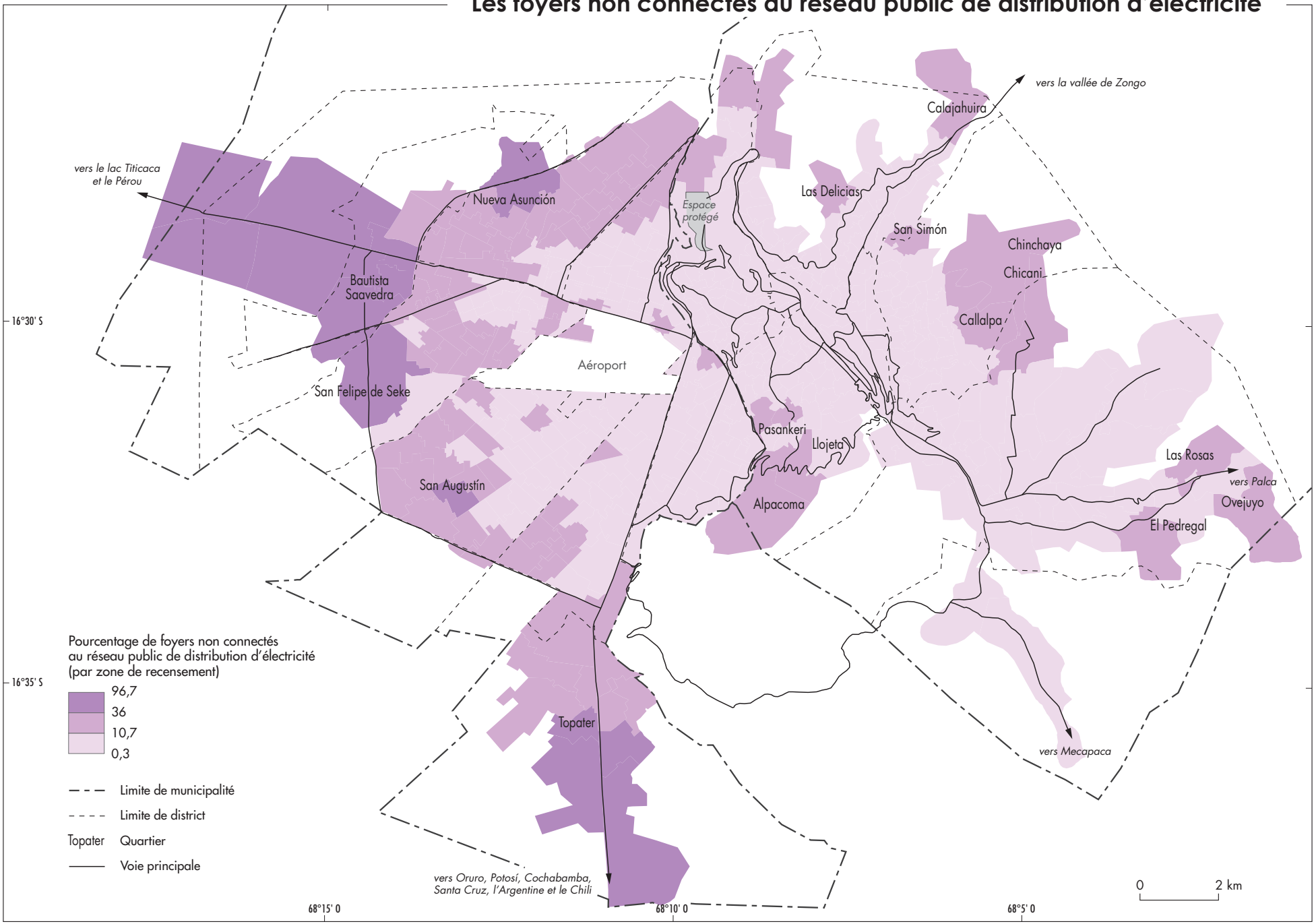
Dans les périphéries d'El Alto, en particulier les quartiers Nueva Asunción, Bautista Saavedra, San Felipe de Seke, San Augustín, Topater, c'est parfois jusqu'à deux foyers sur trois qui ne sont pas connectés au réseau électrique. Les réseaux de distribution de l'électricité sont souvent installés, mais les habitants n'ont souvent pas encore les ressources pour payer la connexion, puis la consommation d'énergie.

En revanche, dans les périphéries de La Paz, la situation est différente. Leurs habitants peuvent plus souvent payer la connexion et la consommation d'électricité, mais alors soit les quartiers ne sont pas encore équipés (El Pedregal, Ovejuyo, Las Rosas) parce que l'urbanisation progresse plus rapidement que l'installation des services, soit, et c'est la situation la plus courante, ils sont exposés aux risques et donc non éligibles à l'installation des services (Callalpa, Chicani, Chinchaya, Calajahuira, San Simón, Las Delicias, Pasankeri, Llojeta, Alpacoma).

Ce critère des foyers non connectés au réseau de distribution d'électricité permet par ailleurs aussi de cerner comment un foyer s'expose à l'endommagement d'origine anthropique, à savoir le risque d'incendie.

En effet, les foyers sans électricité recourent, ne serait-ce que pour la préparation des repas, à d'autres sources d'énergie : gaz, kérosène, charbon de bois, etc. Or, ces sources alternatives peuvent plus facilement provoquer des incendies dans les logements, surtout quand elles sont couplées à d'autres caractéristiques du logement, comme par exemple dans le cas où la préparation des repas s'opère dans la même pièce que celle où vivent et jouent des enfants. De ce point de vue, ce sont les périphéries pauvres d'El Alto qui s'avèrent les plus vulnérables au risque incendie.

Les foyers non connectés au réseau public de distribution d'électricité



© IRD 2013

Source : INE, 2001

Les foyers non connectés au réseau public de distribution d'eau potable

Planche 16

Le recensement général de la population de 2001 fournit des données sur les foyers qui disposent d'une connexion au réseau de production et de distribution d'eau potable, encore appelé grand système. Comme précisé dans une planche antérieure, 83,6 % de la population totale de l'agglomération a accès à l'eau potable par réseau. Il s'agit d'un niveau d'accès élevé en Bolivie, mais qui n'est pas exceptionnel dans une grande ville, même d'un pays du Sud, en dépit du fait que ce service urbain nécessite des investissements nettement plus coûteux et complexes que pour l'installation d'un réseau de distribution d'électricité. Par ailleurs, il estompe la diversité de l'accès à l'eau par réseau. Il faut effectivement avoir à l'esprit que ce taux ne signifie pas que ces foyers sont tous équipés d'un robinet dans leur intérieur. Ils peuvent être seulement installés sur la parcelle, à l'extérieur du foyer. Les foyers ont parfois accès au réseau par le biais d'une connexion chez un voisin ou par une borne publique installée dans le quartier.

Dans cette optique, il est plus intéressant de cartographier les espaces où les taux de non-connexion au réseau sont les plus élevés, car ils révèlent le niveau de précarité des habitants. La carte qui en résulte souligne encore une fois l'homogénéité entre les espaces de La Paz et ceux d'El Alto. Moins de 15 % des foyers situés dans une large majorité de l'espace de l'agglomération allant de l'ouest de l'aéroport à El Alto au sud-est de La Paz doivent recourir à d'autres sources d'approvisionnement en eau potable que celles offertes par le réseau public. Ils s'approvisionnent alors par le biais de réseaux installés par des coopératives d'eau privées, de puits individuels, ou encore directement par des exsurgences, en prélevant dans les torrents, ou par le biais de réservoirs remplis par camion-citerne. La source d'approvisionnement détermine largement la qualité de l'eau consommée dans le foyer.

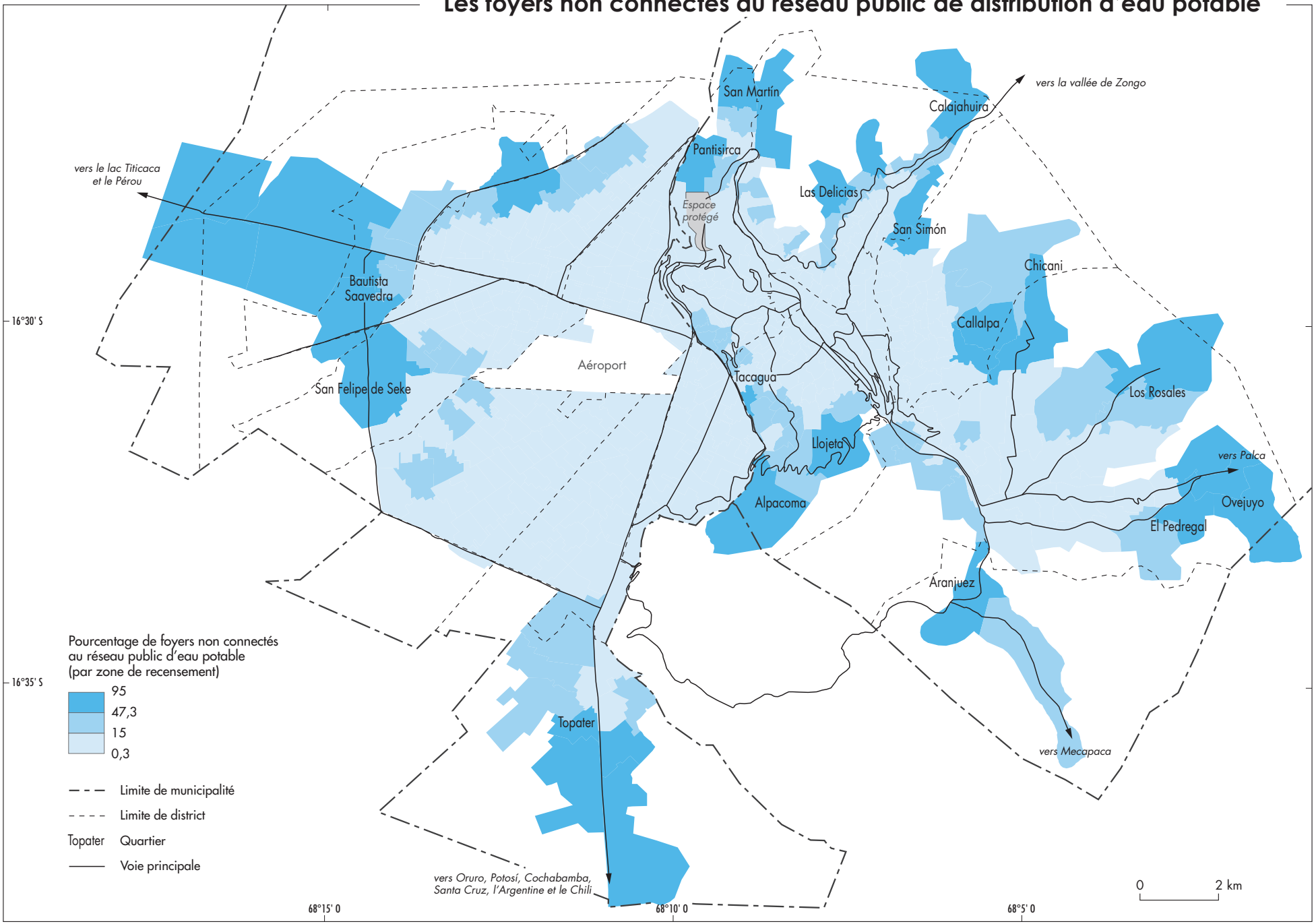
Les espaces où le taux de foyers non connectés au réseau public d'eau potable est supérieur à 47,3 %, jusqu'à représenter 95 % des foyers, sont localisés dans toutes les extrémités de l'agglomération. Cette observation s'explique de diverses manières possibles. On retrouve les raisons déjà évoquées pour d'autres services liés à des réseaux.

D'une part, à cause de la rapidité avec laquelle certains quartiers de La Paz s'urbanisent, pour des raisons techniques d'extension du réseau, ces quartiers de La Paz ne sont pas encore connectés au réseau de distribution d'eau potable. Il s'agit de quartiers comme Aranjuez, El Pedregal, Ovejuyo, Los Rosales où les habitants ont les ressources nécessaires pour exiger de l'entreprise publique l'installation du réseau de distribution d'eau potable.

D'autres raisons doivent être mobilisées pour comprendre pourquoi certains quartiers ont un taux de foyers non connectés au réseau public d'eau potable compris entre 47,3 % et 95 % du total des foyers. Il s'agit souvent de quartiers urbanisés depuis très longtemps, mais situés dans des espaces exposés à différents risques et comme tels, considérés comme inconstructibles. L'entreprise de distribution d'eau potable n'est donc pas autorisée à connecter les foyers de ces quartiers au réseau : Alpacoma, Llojeta, Callalpa, Chicani, San Simón, Calajahuira, Las Delicias, San Martín, Pantisirca, Alto Tacagua.

Enfin, certains quartiers périphériques à El Alto comme Topater, Bautista Saavedra, San Felipe de Seke, présentent des taux de non connexion très élevés, liés à l'absence de réseau de distribution. Dans ces quartiers, même si l'urbanisation progresse rapidement, contrairement à la situation pacénienne, les habitants n'ont pas les ressources pour

Les foyers non connectés au réseau public de distribution d'eau potable



© IRD 2013

Source : INE, 2001

payer le raccordement au réseau et ensuite une consommation importante d'eau potable. L'entreprise rechigne donc à y installer rapidement le réseau de distribution.

Les espaces où le taux de foyers non connectés au réseau public d'eau potable est compris entre 15 et 47,3 % sont peu nombreux et peu étendus. Ils sont en position intermédiaire entre les quartiers bien connectés et les quartiers faiblement connectés. Ils s'expliquent probablement d'une part pour des raisons techniques d'extension du réseau et d'autre part par la capacité des foyers à payer la connexion au réseau, qui est coûteuse et représente donc un effort financier considérable pour de nombreux foyers.

La connexion au réseau de distribution d'eau potable révèle la précarité d'un foyer, en même temps qu'elle apprend beaucoup sur la gestion d'une situation d'urgence. En cas d'incendie, de la nécessité à recourir à des soins médicaux d'urgence, etc., l'accès à l'eau du réseau public de distribution est une garantie de plus grande capacité à faire face aux difficultés que dans le cas où l'eau doit être puisée ou apportée d'une fontaine publique. Dans cette perspective, au regard de la carte, peu d'espaces sont à considérer comme vulnérables puisque l'accès à l'eau potable ne pose globalement pas de difficultés majeures, hormis quelques espaces périphériques où en cas de catastrophe, ces derniers risquent d'avoir en plus à gérer des difficultés d'approvisionnement en eau liées à l'absence de réseau. Cette situation est plus préoccupante pour les services d'urgence qui ont de gros besoins en eau comme les pompiers et les centres de soins que strictement pour les individus.

Les foyers sans téléphone

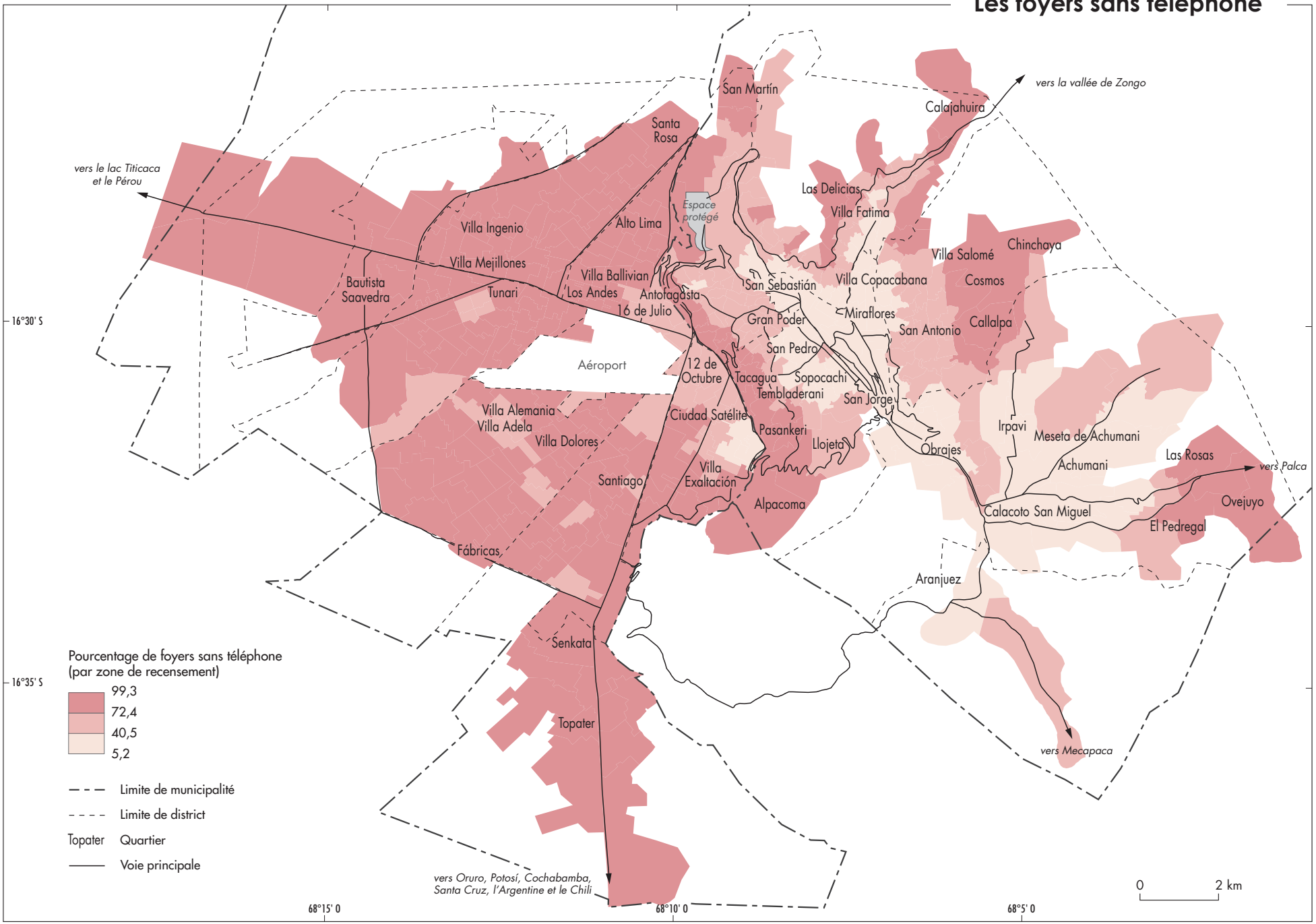
Planche 17

Le recensement général de la population de 2001 fournit des données sur les foyers qui disposent d'une connexion téléphonique soit par téléphone filaire, soit par téléphone cellulaire, sans pour autant être en mesure de différencier l'un ou l'autre. Même si en 2001, l'usage du téléphone cellulaire était moins courant qu'aujourd'hui, au regard des infrastructures disponibles, il est probable que ce mode était déjà plus répandu que celui du filaire, surtout dans les quartiers les plus récents et les plus populaires.

À partir de ces données, on a élaboré la carte des espaces qui ne disposent pas de connexion téléphonique. L'observation de la carte indique que l'accès à une connexion téléphonique est un critère particulièrement discriminant entre les foyers de l'agglomération.

Dans la municipalité de La Paz, les situations sont très contrastées. Les espaces où moins de 40,5 % des foyers sont sans téléphone sont peu nombreux et peu étendus. Il s'agit des espaces les plus consolidés de l'agglomération : le centre de La Paz et ses alentours (San Pedro, San Sebastián, Sopocachi, San Jorge, Miraflores, Villa Copacabana, Villa Fatima), ainsi que la partie sud de la ville (Obrajes, Calacoto, Aranjuez, San Miguel, Achumani, Irpavi). Ce sont des quartiers où les réseaux filaires sont installés depuis longtemps et où les foyers ont les ressources nécessaires pour consommer du temps de conversation. Ce sont également des espaces où les entreprises, notamment de services qui font un grand usage du téléphone, sont installées. Par ailleurs, la concentration de foyers et d'entreprises ayant les ressources nécessaires stimule les entreprises de téléphonie à également équiper ces mêmes espaces en réseaux cellulaires, avec la garantie que le coût sera assez vite amorti par les consommations.

Les foyers sans téléphone



© IRD 2013

Source : INE, 2001

À El Alto, ce type d'espace n'existe qu'en un seul endroit : Ciudad Satélite. Il s'agit du quartier le mieux équipé d'El Alto, occupé par des familles issues de la classe moyenne, situé à proximité des antennes qui supportent, entre autres, les infrastructures de téléphonie cellulaire, d'où il tire son nom.

La presque totalité du reste de l'espace d'El Alto se caractérise au contraire par un taux très élevé d'espaces où les foyers sont sans téléphone, compris entre 72,4 et 99,3 % de la totalité des foyers. Il ne s'agit pas que des périphéries récemment urbanisées ou pauvres comme Bautista Saavedra, Fábricas, Topater, Senkata, Villa Exaltación, Alto Lima, Santa Rosa, Villa Ingenio. Des espaces plus centraux, comme ceux qui enserrent immédiatement l'aéroport, comme les quartiers Los Andes, Villa Ballivian, Villa Mejillones, Tunari, Villa Alemania, Villa Dolores, Santiago, sont également très mal équipés en téléphone, alors même que leurs populations ont les ressources nécessaires pour consommer ce type de service. Il s'agit donc d'un problème d'équipement de ces espaces.

Les espaces pacéniens qui présentent un taux très élevé de foyers sans téléphone sont situés sur le haut des versants ouest, nord et est de la vallée creusée par le Choqueyapu : Antofagasta, Alto Tacagua, Pasankeri, Llojeta, Alpacoma, Callalpa, Cosmos, Villa Salomé, Chinchaya, Calajahuira, Las Delicias, San Martín. Ce sont des quartiers pauvres où les opérateurs de téléphonie filaires comme cellulaires n'ont aucune incitation à investir dans des équipements. Les espaces du haut des versants occidentaux forment une rupture entre deux espaces moyennant équipés en infrastructures téléphoniques, celui de La Paz et celui d'El Alto.

Les espaces comprenant les quartiers situés en périphérie de La Paz comme Las Rosas et Ovejuyo sont surtout mal équipés en téléphone moins à cause des ressources économiques de leurs habitants que de leur distance au centre et de leur faible densité, deux facteurs qui n'encouragent pas les opérateurs à y investir en infrastructures dont l'amortissement sera long.

Entre ces deux grands types d'espaces, la carte signale les espaces disposant d'un taux moyen de foyers sans téléphone, compris entre 40,5 et 72,4 % des foyers. Ce sont des espaces urbains consolidés, composés de foyers potentiellement consommateurs de services téléphoniques comme Villa 16 de Julio, 12 de Octubre, Villa Adela à El Alto, Gran Poder, Tembladerani, El Pedregal, Meseta de Achumani, Villa San Antonio à La Paz. Le taux moyen de foyers avec téléphone souligne encore une fois le trop faible équipement en services téléphoniques de ces espaces.

À travers cette description de la carte, on se rend compte que le critère du taux de foyers sans téléphone est particulièrement intéressant. Même s'il est ancien par rapport aux évolutions récentes de diffusion de l'usage du téléphone cellulaire, il souligne très bien la capacité d'un foyer à faire appel aux moyens de secours en cas de nécessité. Sans ligne téléphonique, fixe ou cellulaire, il est difficile de les prévenir des difficultés rencontrées et par conséquent, il est difficile que les services de secours puissent intervenir rapidement. Or, en situation d'urgence, la rapidité d'intervention des moyens de secours est un facteur essentiel pour limiter les dommages.

Par ailleurs, le recensement national de population de 2001 réunit téléphonie filaire et téléphonie cellulaire dans un même champ, sans pouvoir distinguer l'un ou l'autre. Pourtant, cette différenciation pourrait être précieuse. Le 19 février 2002, une des nombreuses conséquences de l'orage de grêle avait été l'interruption des communications cellulaires. En cas d'urgence, la capacité des foyers à prévenir les moyens de secours a donc pu dépendre de leur équipement en une ligne filaire de téléphone.

Les foyers sans véhicule automobile

Planche 18

Dans les grandes villes des pays du Sud, en dépit de l'étalement urbain observé, le taux d'équipement des foyers en véhicule automobile demeure généralement faible (Diaz Olvera *et al.*, 2002).

L'analyse du recensement général de la population de 2001, qui fournit des données sur l'équipement des foyers en véhicule automobile, permet de formuler le même constat dans l'agglomération pacénienne. Globalement, très peu de foyers sont équipés en véhicule automobile en 2001. Sur 366 165 foyers recensés dans l'agglomération, seuls 53 602 possèdent au moins un véhicule automobile, soit moins d'un foyer sur 7. La topographie pacénienne avec ses déclivités tellement fortes qu'elles interdisent parfois l'accès à certains espaces aux véhicules automobiles non dotés d'un système de quatre roues motrices, conjuguée à la présence plus faible d'oxygène dans l'air pour faire correctement fonctionner les véhicules à combustion, ne permettent pas forcément d'optimiser l'investissement dans l'achat d'un véhicule automobile. Cela explique en partie pourquoi les foyers qui ne disposent pas d'un véhicule sont si nombreux dans l'agglomération.

Par ailleurs, la répartition des foyers qui possèdent un véhicule automobile montre que 74 % de ces foyers sont localisés dans la municipalité de La Paz. Il existe donc de profondes disparités spatiales en termes de répartition de foyers équipés en véhicule automobile entre les deux municipalités de l'agglomération. Et au sein même des municipalités, les foyers équipés en véhicule automobile ne se répartissent pas de manière homogène.

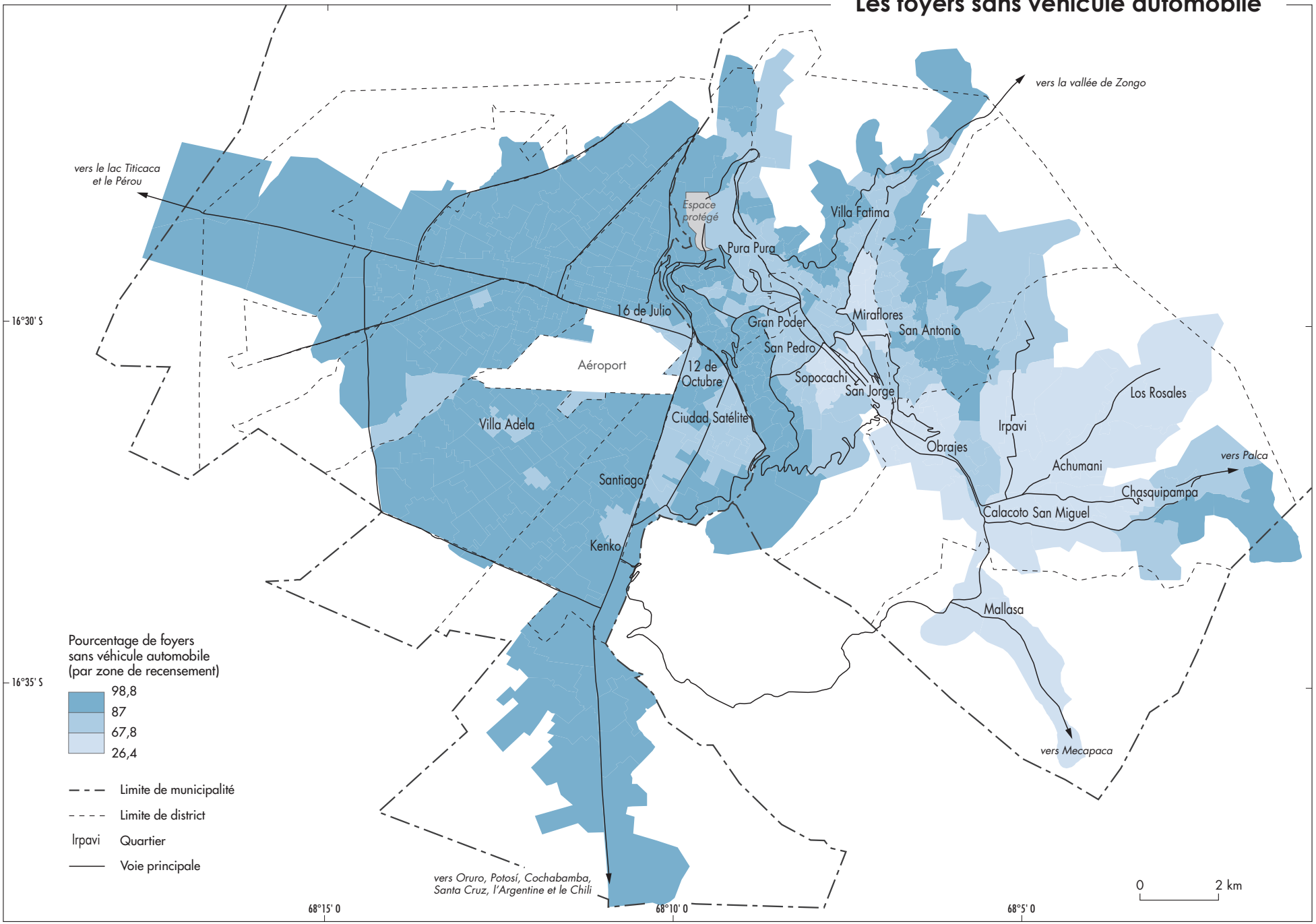
Dans la municipalité d'El Alto, la quasi-totalité des espaces se caractérisent par des foyers où le taux de non-équipement en véhicule automobile est compris entre 87 et 98,8 %. Sauf quelques espaces se distinguent. Une partie du quartier Villa 16 de Julio, une partie de Santiago et 12 de Octubre sont des espaces où l'activité commerciale est élevée. Cette dernière est largement familiale justifiant que pour leurs activités économiques, ces foyers sont mieux équipés que l'ensemble des autres foyers alténiens : ils possèdent des véhicules pour s'approvisionner par eux-mêmes directement chez le producteur en produits commerciaux à vendre. Ciudad Satélite, Kenko et Villa Adela sont plutôt des espaces où la population a des ressources plus élevées que le reste de la population alténienne, ce qui lui permet de s'équiper en un bien moins prioritaire dans la grande majorité des foyers de la municipalité. Dans les autres espaces alténiens, les véhicules sont donc pratiquement absents. Cette situation s'explique d'une part, par les faibles ressources dont disposent ces foyers et d'autre part, par l'état du réseau routier. Même si un véhicule automobile améliorerait fortement leur mobilité et par conséquent, leurs conditions de vie (meilleur accès à l'emploi, à l'éducation, à la santé, etc.) (Diaz Olvera *et al.*, 2002), leurs faibles ressources ne leur permettent pas de donner la priorité en l'acquisition de ce bien. Ils doivent se contenter de l'offre en transport en commun auquel ils ont accès.

Dans la municipalité de La Paz, la situation est plus contrastée. On distingue des espaces où les foyers sans véhicule automobile sont plutôt rares, avec des taux compris entre 26,4 et 67,8 % des foyers. Il s'agit des espaces où réside la population la plus aisée de l'agglomération : San Jorge, Miraflores, la partie basse de Sopocachi, Obrajes, Calacoto, San Miguel, Irpavi, Achumani, Los Rosales, Mallasa. Cette population peut très facilement se déplacer dans toute l'agglomération, accédant aux emplois qualifiés et aux services proposés dans toute l'agglomération,

notamment les emplois d'encadrement dans les grandes industries d'El Alto, même si elle ne fréquente souvent qu'une partie très restreinte des espaces auxquels elle a potentiellement accès. Quand les enfants sont scolarisés dans l'enseignement supérieur, beaucoup de ces foyers sont même souvent équipés de plus d'un véhicule automobile. Dans le reste des espaces pacéniens, le taux de foyers sans véhicule automobile augmente fortement. À San Pedro, Gran Poder, Pura Pura, Villa Fatima, Villa San Antonio, Chasquipampa, le taux de foyers sans véhicule automobile est compris entre 67,8 et 87 %. Les rares véhicules qu'on y trouve appartiennent souvent aux gros commerçants installés dans ces espaces ou aux chauffeurs de taxi qui utilisent leur véhicule pour leurs activités commerciales. Les autres espaces, localisés en position périphérique, les versants ouest, nord et est, se caractérisent par des foyers sans véhicule (entre 87 et 98,8 % de la totalité des foyers). Il s'agit des espaces où les foyers ont les ressources les plus faibles de l'agglomération, qui ne peuvent donc pas investir dans un bien comme un véhicule automobile. Comme dans la plupart des foyers des espaces alténiens, leurs déplacements sont donc très largement liés à l'offre de transport commun qui leur est proposée.

Cette carte des foyers sans véhicule automobile, outre l'intérêt de caractériser la population de l'agglomération, offre un éclairage sur un des multiples facteurs de sa vulnérabilité. En effet, en situation d'urgence provoquée par un événement d'origine naturelle ou anthropique, l'absence de véhicule dans le foyer signifie que leurs occupants ne peuvent se déplacer vers les moyens de secours : ils sont entièrement dépendants de la venue de ces derniers jusqu'à eux. Par ailleurs, certains espaces de l'agglomération se caractérisent par une accessibilité réduite, qui retardera l'arrivée des secours. Ces deux informations conjuguées devraient inciter les autorités à réfléchir à l'adéquation spatiale entre les ressources nécessaires à la gestion d'une situation d'urgence comme les moyens des secours disposant de véhicules pour se déplacer et les espaces où les foyers sont le moins motorisés et dépendants d'une aide qui proviendra de l'extérieur. Par exemple, les espaces où les foyers sont très peu motorisés sont ceux qui ont le plus besoin d'ambulances ou de centres de soins de proximité. Actuellement, ces deux ressources de gestion des situations d'urgence sont essentiellement concentrées à Miraflores où justement le taux de foyers sans véhicule est l'un des plus faibles de toute l'agglomération. Ce constant doit donc permettre de réfléchir à une meilleure adéquation spatiale entre ressources et besoins de la population, afin de réduire significativement la vulnérabilité de la population de l'agglomération.

Les foyers sans véhicule automobile



© IRD 2013

Source : INE, 2001

La population récemment installée dans l'agglomération

Planche 19

Dans une grande ville d'un pays du Sud, les mouvements migratoires des espaces ruraux vers les espaces urbains demeurent à un niveau encore très élevé, en particulier dans un pays comme la Bolivie où le taux d'urbanisation demeure à un taux de seulement 62 % du total de la population en 2001. Le recensement général de la population réalisé en 2001 fournit la donnée sur le nombre de personnes installées récemment – depuis moins de cinq ans – dans la municipalité de La Paz et dans celle d'El Alto. Cartographiée à l'échelle de l'agglomération, elle permet de comprendre dans quels espaces cette catégorie de la population est la plus présente.

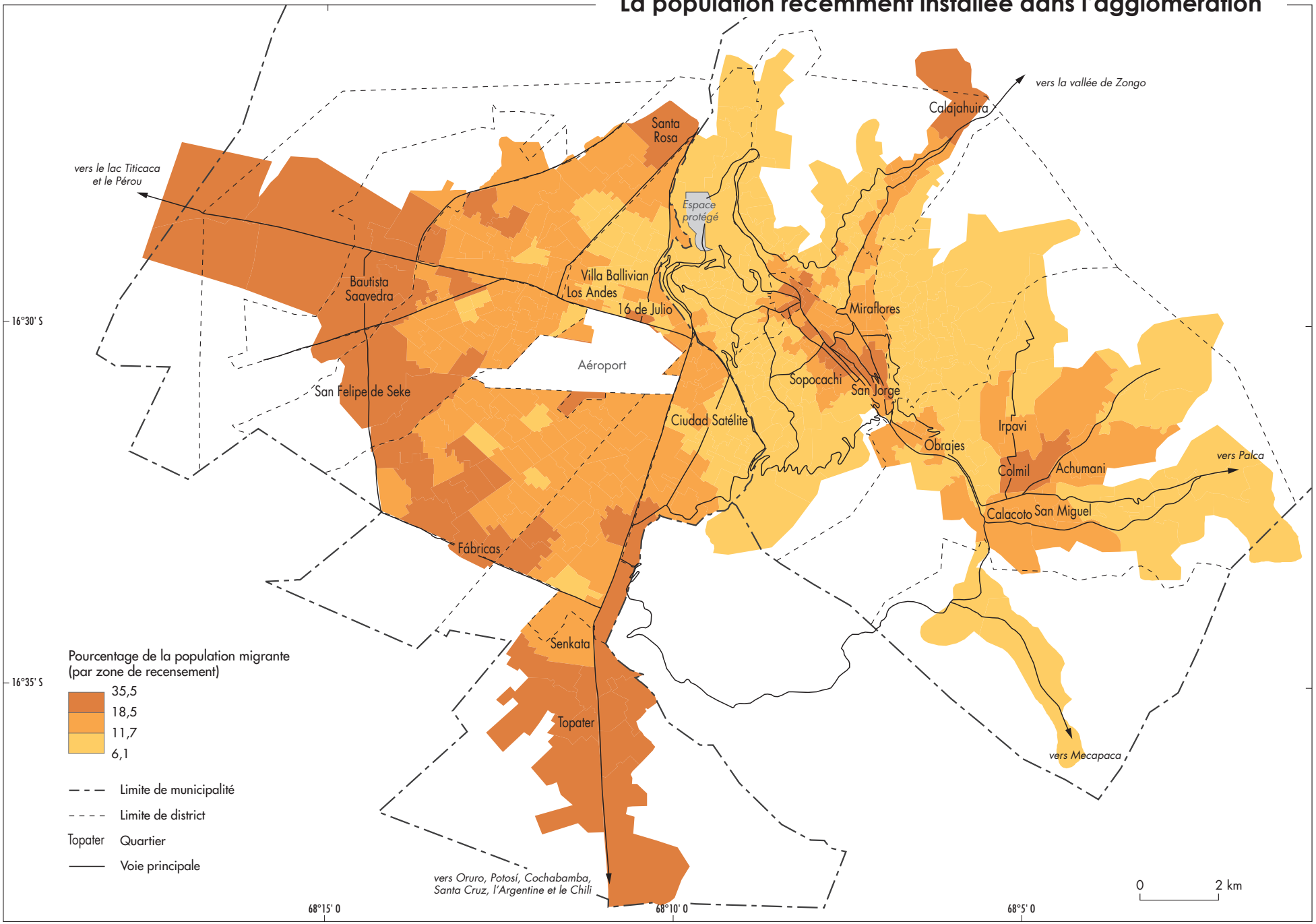
Sur un total de 1 427 717 habitants recensés en 2001, 12,5 % (179 224 habitants) sont installés dans l'agglomération depuis moins de 5 ans. La municipalité de La Paz accueille 5,83 % de ces nouveaux habitants (83 333 habitants) et celle d'El Alto 6,71 % (95 891 habitants), alors qu'en 2001 son poids démographique dans l'agglomération est inférieur à celui de La Paz. Ces différents constats appellent certaines précisions.

Tout d'abord, il faut remarquer que plus d'un habitant sur 8 habite l'agglomération depuis moins de cinq ans. C'est une proportion assez élevée de la population totale qui a une expérience assez limitée dans le temps des différents espaces urbains de l'agglomération et surtout, des différents phénomènes qui les construisent.

Par ailleurs, on observe qu'El Alto attire, proportionnellement à son poids démographique au sein de l'agglomération, plus de nouveaux habitants que La Paz. Le taux de croissance démographique annuel d'El Alto plus élevé que celui de La Paz (respectivement 5,05 % contre 1,1 % entre 1992 et 2001) explique largement cette situation. D'un certain point de vue, El Alto offre des conditions d'installation plus favorables aux nouveaux arrivants : on s'y loge plus facilement, dans de meilleures conditions et pour moins cher qu'à La Paz. Étant donné que ces conditions sont plus faciles d'accès en périphérie d'El Alto qu'en son cœur, cette population de nouveaux migrants s'installe donc majoritairement dans les espaces périphériques comme Santa Rosa, Bautista Saavedra, San Felipe de Seke, Fábricas, Senkata, Topater où la part d'habitants récemment installés dans ces espaces est comprise entre 18,5 et 35,5 % de la population. Au contraire, dans les espaces les plus anciennement urbanisés comme Ciudad Satélite, Villa 16 de Julio, Villa Ballivian, Los Andes, la part de la population récemment installée n'est que comprise entre 6,1 et 11,7 % de la population. Elle trouve plus difficilement à s'y implanter, dans des conditions qu'elle juge favorable. Entre ces deux situations, le reste d'El Alto comprend une part de population récemment installée comprise entre 11,7 et 18,5 % de la population, ce qui n'est pas négligeable.

En revanche, les opportunités d'emplois, l'accès aux soins et à l'éducation, la mobilité sont moins bons à El Alto qu'à La Paz. Ces derniers facteurs expliquent, au regard de la différence d'évolution démographique, pourquoi la municipalité de La Paz se maintient à un niveau encore aussi élevé d'accueil de nouveaux migrants. La Paz continue donc à attirer des nouveaux venus qui s'y installent dans des conditions, notamment en termes de logements, souvent plus précaires que celles d'El Alto. Ils cherchent à s'implanter durablement dans l'agglomération, mais comme les opportunités d'emplois sont plus nombreuses à La Paz qu'à El Alto, de nombreux migrants font donc encore le choix, dans un premier temps, de s'installer à La Paz, le temps de trouver une source de revenus qui leur

La population récemment installée dans l'agglomération



© IRD 2013

Source : INE, 2001

permet s'ils y parviennent, à s'installer dans un deuxième temps à El Alto, en y faisant alors venir toute la famille souvent restée dans le lieu d'émigration. Peu importe si vivre à La Paz signifie aussi vivre dans des espaces exposés aux événements catastrophiques d'origine naturelle ou anthropique puisque l'objectif est avant tout de réussir à s'implanter durablement dans l'agglomération. D'ailleurs, cette population est souvent trop récemment installée à La Paz pour connaître les dangers auxquels elle s'expose. À part Calajahuira et les quartiers dégradés du centre de la municipalité, cette population ne se concentre pas dans certains espaces, mais a plutôt tendance à se disperser de manière interstitielle, rendant sa localisation difficile. Toutefois, dans un cas, sa localisation est assez logique : les employées de maisons sont souvent des jeunes filles qui sont récemment arrivées. On les trouve donc massivement dans les espaces où la population peut les employer tout en les logeant : Obrajes, Calacoto, San Miguel, Achumani, Irpavi dans la partie sud de la ville.

La population installée depuis moins de 5 ans dans l'agglomération comptabilise aussi la population étrangère. La Paz étant le siège du gouvernement, elle héberge les ambassades et surtout leur personnel étranger. Quant aux travailleurs d'entreprises privées, même s'ils travaillent dans les grandes industries à El Alto, ils sont souvent tellement mieux rémunérés que la moyenne de la population de l'agglomération qu'ils choisissent majoritairement de s'installer à La Paz plutôt qu'à El Alto, pour bénéficier de ses aménités. Ces deux types d'habitants sont localisables dans les quartiers déjà cités de la partie sud de la ville et dans les quartiers centraux comme San Jorge, Sopocachi et Miraflores.

Enfin, l'offre éducative de La Paz justifie aussi certaines concentrations spatiales d'habitants récemment installés dans la municipalité, en fonction de la proximité des grands établissements d'enseignement supérieur : Miraflores, Sopocachi et Colmil.

Le critère de la population récemment installée dans l'agglomération permet de localiser les espaces où le niveau de connaissances de l'environnement urbain dans lequel la population vit est sûrement plus faible qu'ailleurs. Même si les mouvements migratoires vers l'agglomération ont tendance à diminuer, la carte réalisée indique qu'il y a encore une part de population migrante non négligeable dans l'agglomération. Cependant, la population vivant depuis un peu moins de 5 ans dans l'agglomération de La Paz, n'a pas forcément une bonne connaissance de l'environnement urbain, et peut donc être exposée à des menaces d'origine naturelle ou anthropique en raison de son manque d'expérience d'événements passés ayant provoqué des catastrophes. Cette absence de connaissance sur ce qui pourrait arriver rend cette population plus vulnérable que le reste, car elle n'est pas en mesure de répondre de façon très efficace en cas d'urgence, ce qui signifie qu'elle aura besoin d'une aide particulière en cas de situation d'urgence.

Cartographier la population récemment installée dans l'agglomération permet donc d'indiquer aux autorités les espaces où elles peuvent mettre en place des mesures de prévention destinées à une catégorie particulière de la population, comme par exemple des campagnes préventives informant sur les catastrophes qui peuvent survenir dans ces espaces et des mesures que la population peut adopter pour réduire les dommages potentiels.

La population faiblement instruite

Planche 20

Les données du recensement général de la population de 2001 permettent de cartographier le pourcentage de la population faiblement instruite. Il s'agit de la population de l'agglomération qui est âgée de six ans et plus, qui n'a suivi aucune scolarité ou qui a suivi un parcours scolaire l'amenant, au mieux, à valider l'ensemble des années du cycle des études primaires. 620 681 habitants sont dans cette situation : 43 % de la population totale de l'agglomération a donc un niveau d'instruction assez faible.

La carte produite indique que la population faiblement instruite se répartit de manière très déséquilibrée dans l'agglomération. Beaucoup moins représentée dans la municipalité de La Paz où un peu plus d'un tiers (37,4 %) de la population est faiblement instruite, elle est en revanche massivement présente à El Alto où presque la moitié de la population (323 813 habitants soit 49,82 %) est faiblement instruite.

Une lecture de la carte à une échelle plus grande montre qu'au sein même des municipalités de La Paz et de celle d'El Alto, la population faiblement instruite se répartit de manières très différentes dans les espaces.

À El Alto, Ciudad Satélite et Villa Adela font figure d'espaces d'exception avec une proportion de population faiblement instruite seulement comprise entre 17,1 et 34,8 % de la population. Encore une fois, on se rend compte que la population de ces deux espaces est assez différente du reste de la population de la municipalité. Partout ailleurs, la proportion de population faiblement instruite dépasse les 34,8 % pour être comprise entre 48,7 et 67,6 % dans la grande majorité des espaces de la municipalité : les espaces déjà signalés comme abritant une population précaire comme Santa Rosa, Bautista Saavedra, San Felipe de Seke, Fábricas, Topater, Senkata, mais aussi des espaces plus centraux, mieux équipés comme Villa Ballivian, Alto Lima, Los Andes, Tunari. Ces derniers espaces ont bénéficié d'améliorations sur le plan des infrastructures et des logements, dues aux mobilisations de leurs populations, sans que ces dernières aient encore pu véritablement investir dans l'élévation de leur niveau d'instruction (illustration 30). Dans un espace intermédiaire, immédiatement à l'est et au sud de l'aéroport, la part de la population faiblement instruite est un peu moins importante, comprise entre 34,8 et 48,7 % de la population totale. Il s'agit de quartiers parmi les plus commerciaux de l'agglomération où les membres des familles sont scolarisés *a minima* dans le but de faciliter leurs activités : Villa 16 de Agosto, 12 de Octubre, Santiago, Villa Bolivar.

Illustration 30

Les écoles publiques sont encore trop peu nombreuses et dotées en personnel pour fournir une instruction élémentaire à toute la population bolivienne.

© IRD/S. Hardy

À La Paz, la cartographie indique une répartition centre-périphérie de la population faiblement instruite. Assez peu représentée (moins de 34,8 % de la population totale) dans le centre et ses alentours, ainsi que dans la partie méridionale de la ville, la part de la population faiblement instruite est comprise entre 34,8 et 48,7 % de la population totale sur les contreforts bas des versants (Llojeta, Tembladerani, Los Andes, El Tejar, Achachicala, Villa Pabon, Bajo San Antonio, Bella Vista, Chasquipampa, Mallasilla). Il s'agit d'espaces de quartiers populaires qui mélangent des populations installées de longue date n'ayant pas bénéficié d'une scolarité longue à des populations, souvent leurs enfants ou de nouveaux venus d'autres quartiers qui ont bénéficié d'une scolarisation parfois même longue. Chasquipampa est un bon exemple puisqu'il s'agit d'un espace rural habité par des paysans au faible niveau d'instruction, qui a été progressivement rattrapé par l'urbanisation pacénienne, avec l'installation progressive de jeunes urbains au niveau d'instruction souvent très poussée (illustration 31).

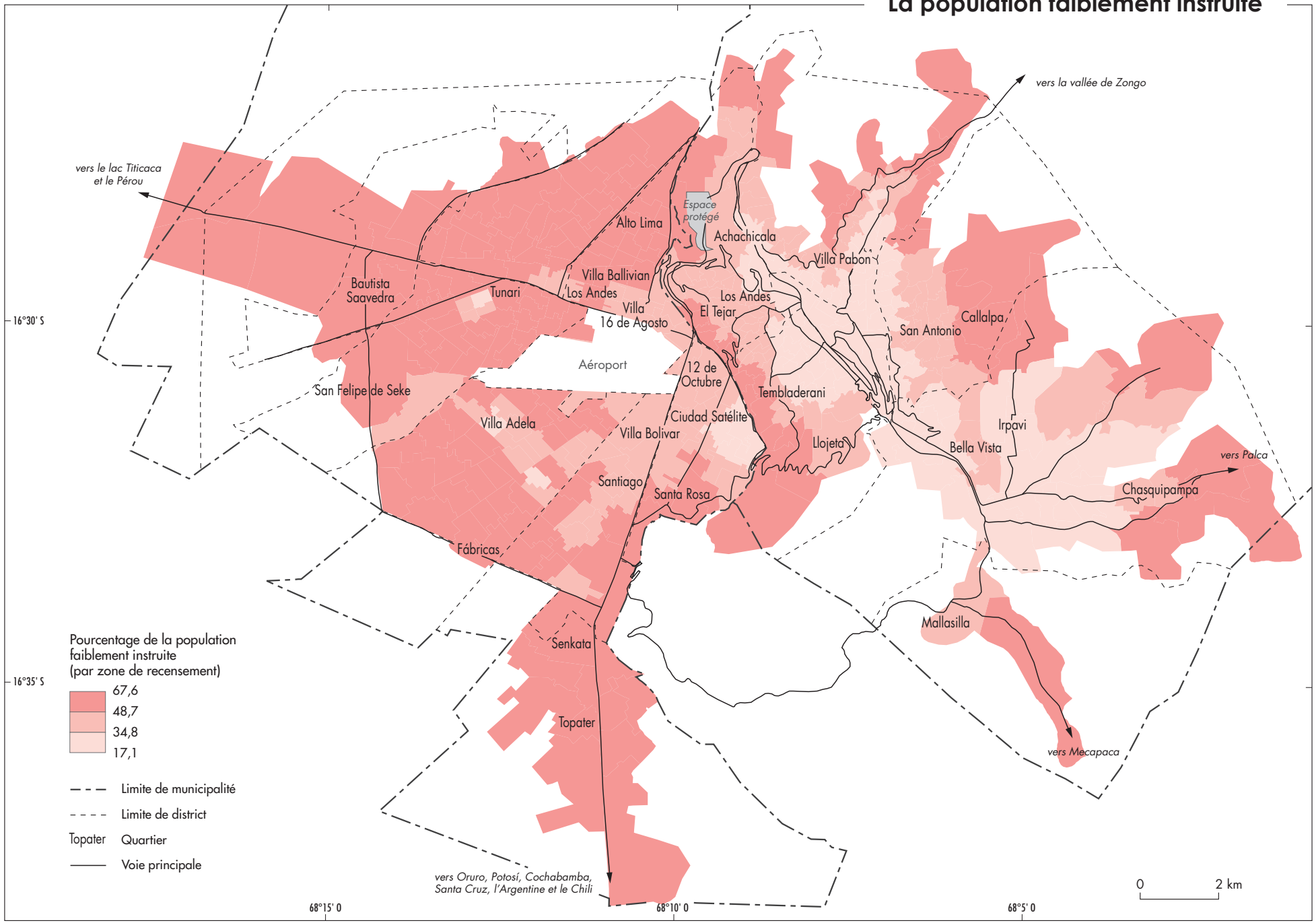
Illustration 31

La population bolivienne est dans l'ensemble peu instruite, notamment les femmes, les plus âgés et les plus pauvres.

© IRD/S. Hardy

Au-delà de la connaissance sociale des espaces de l'agglomération, la cartographie de la population faiblement instruite est intéressante dans la mesure où le niveau d'instruction de la population influe sur son état de préparation et de réponse aux catastrophes. La population faiblement instruite n'a effectivement pas forcément la capacité de comprendre la complexité des mécanismes d'endommagement auxquels elle s'expose et par conséquent, l'importance de se préparer à l'occurrence de catastrophes. De la même manière, en cas de situation d'urgence, elle n'a pas forcément la même capacité que la population plus instruite à comprendre les instructions d'évacuation et donc, à les mettre en œuvre. Par exemple, à partir du 26 février 2011, un glissement de terrain s'est déclenché dans l'espace couvert entre les quartiers de Callalpa et d'Irpavi. Si la niche d'arrachement est située dans la partie nord-est de La Paz, le glissement affecte un immense espace (plus de 100 hectares de tissu urbain) qui s'étend jusqu'au sud-est de la municipalité. Les autorités chargées de gérer la catastrophe se sont heurtées à plus de difficultés dans les quartiers populaires comme Callalpa à faire comprendre à leurs habitants la nécessité d'évacuer (près de 5 000 personnes ont été accueillies dans des refuges), les modalités de cette évacuation, ainsi que les mesures temporaires qui étaient mises en place pour leur venir en aide (Hardy, 2011). Le niveau d'instruction n'est pas le seul facteur d'explication mobilisable – il est plus facile pour des populations plus aisées d'évacuer, comme celles du quartier d'Irpavi, car elles peuvent plus facilement compter sur leurs réseaux familiaux pour être accueillies ailleurs que dans un refuge – mais il est à prendre en compte dans une combinaison avec d'autres facteurs qui expliquent la vulnérabilité socio-économique de la population de l'agglomération de La Paz.

La population faiblement instruite



© IRD 2013

Source : INE, 2001

La population jeune et âgée

Planches 21a et 21b

Les données du recensement général de la population de 2001 permettent de cartographier la population en fonction de son âge. À partir de ces données, deux cartes ont été réalisées : l'une représente la part de la population âgée de moins de 6 ans dans la population totale et l'autre représente la part de la population de 65 ans et plus dans la population totale de l'agglomération de La Paz.

La population de moins de 6 ans constitue 13,8 % de la population totale de l'agglomération. Mais la représentation de la répartition de cette population de moins de 6 ans montre une situation contrastée entre les municipalités de La Paz et celle d'El Alto. Comme l'indiquait déjà la pyramide des âges, la population jeune est moins nombreuse à La Paz qu'à El Alto, en valeur absolue comme en valeur relative : 16 % de la population alténienne a moins de 6 ans (104 131 habitants) contre 12 % pour la population pacénienne (95 380 habitants).

À l'échelle de chacune des deux municipalités, leur répartition souligne également de forts contrastes.

On observe un espace très restreint en forme de demi-lune ouverte à l'ouest, aux immédiats abords de l'aéroport, où la population de moins de 6 ans est comprise entre 11,8 et 15,5 % de la population totale : quartiers Los Andes, Villa 16 de Agosto, 12 de Octubre, Santiago. Dans les quartiers de Ciudad Satélite et une toute petite partie nord de Santiago, la situation est assez comparable à la situation moyenne de La Paz (au maximum, 11,8 % de population a moins de 6 ans). Dans le reste d'El Alto, soit la très grande partie de la municipalité, la part de la population jeune est supérieure à 15,5 %. Cette observation donne une idée des besoins spécifiques d'équipements destinés à cette partie de la population : garderies, écoles, etc.

À La Paz, on retrouve à nouveau une répartition de la population ayant moins de 6 ans qui adopte la forme centre-périphérie. Dans les quartiers centraux de La Paz et ses alentours, ainsi que dans la partie sud de la ville, la part de la population ayant moins de 6 ans est comprise entre 5,4 et 11,8 % de la population totale. En termes de superficie, il s'agit de la majorité de l'espace de la municipalité. Cette part de la population de moins de 6 ans augmente en direction des versants de la vallée. Comprise entre 11,8 et 15,5 % de la population dans la partie basse des versants (Llojeta, Tembladerani, Achachicala, Las Delicias, Chuquiaguillo, San Simón, Pacasa, Callalpa, Los Rosales, Chasquipampa, Jupapina), elle atteint presque un quart de la population totale (22,4 %) dans les quartiers situés sur les parties hautes des versants, mais ces quartiers sont peu nombreux et peu étendus. Ils abritent des populations qui pratiquent encore des activités rurales comme Kellumani et Ovejuyo ou qui reçoivent encore des migrants d'origine rurale comme Alpacoma, Pasankeri, El Tejar, Bosquecillo : ces populations ont plus d'enfants jeunes que la moyenne de La Paz.

La cartographie de la part de la population âgée de 65 ans et plus dans la population totale fournit une situation tout à fait différente de celle de la population de moins de 6 ans.

À l'échelle de l'agglomération, la population âgée de 65 ans et plus (4,1 % de la population totale) représente 5,4 % de la population totale de La Paz, mais plus de deux fois moins à El Alto avec seulement 2,6 % de la population âgée de 65 ans et plus. Le contraste entre les deux municipalités est donc très fort : par exemple, les besoins d'équipements spécifiques envers cette catégorie de population (offre de soins gériatriques, etc.) sont donc d'ordre tout à fait différent entre les deux municipalités.

Au sein de chacune des deux municipalités, la répartition spatiale de la population s'avère également très contrastée.

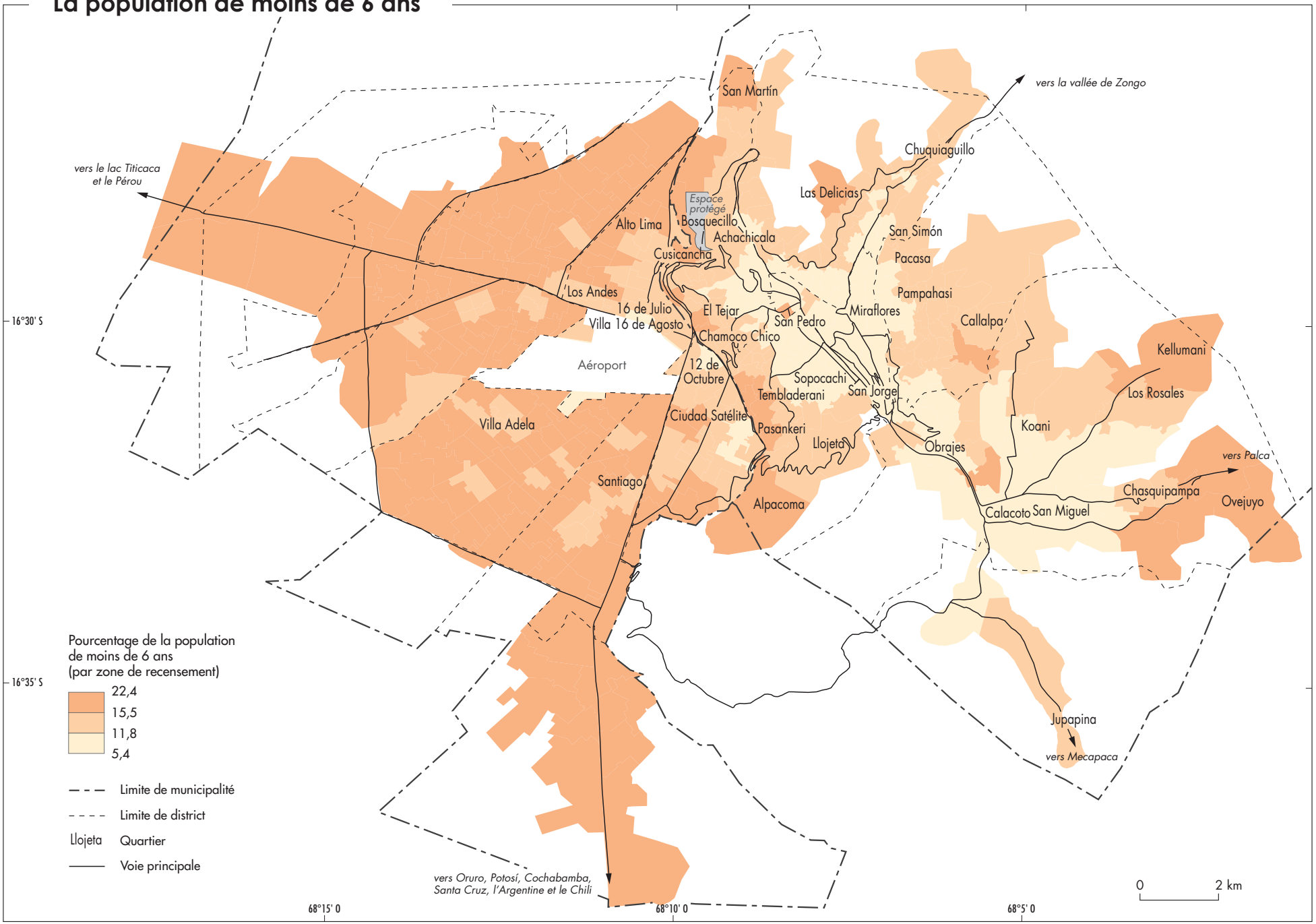
À La Paz, la part de population âgée de 65 ans et plus est surreprésentée dans les quartiers du centre et ses alentours (San Pedro, San Jorge, Sopocachi, Miraflores) et dans la partie sud de la ville (Obrajes, Calacoto, San Miguel, Koani) avec une part supérieure à 6,8 %. Au contraire, sur les espaces situés sur les parties hautes des versants de la vallée de La Paz (Ovejuyo, Kellumani, Alpacoma, Las Delicias, Chuquiaguillo, San Simón, Pampahasi, San Martín, Cusicancha, Chamoco Chico), cette part est sous-représentée, comprise entre 1,3 et 3,8 % de la population totale.

À El Alto, quatre quartiers se démarquent du reste de la ville pour avoir une part de population âgée de 65 ans et plus comprise entre 3,8 et 6,8 % de la population totale : Ciudad Satélite, Villa 16 de Julio, Alto Lima et Villa Adela. Ils constituent une véritable exception qui s'explique, pour les trois premiers, par l'antériorité de leur urbanisation par rapport aux autres quartiers d'El Alto ; Villa Adela est organisée par la fondation catholique Cuerpo del Cristo au point d'en faire un quartier vraiment très différent de tous les autres.

La cartographie de la population sur le critère de l'âge permet de réfléchir en termes de vulnérabilité face à une situation de crise.

Ces deux groupes de la population – les moins de 6 ans et les 65 ans et plus – ont en commun d'être assez dépendant du reste de la population. Par exemple, en termes de déplacement (trop jeune/trop vieux pour se déplacer seuls), de compréhension des événements (incapables de comprendre, difficultés à encore comprendre à cause de la surdité, etc.), ces deux groupes ont besoin d'aide. Par conséquent, en cas d'occurrence d'un événement, ils ont besoin d'une assistance spécifique pour comprendre la signification d'un message d'alerte et/ou de consignes d'évacuation, mais également pour évacuer. Ces deux groupes ne sont donc pas autonomes en situation de catastrophe et dans la gestion de cette situation, il est donc nécessaire de leur prévoir une assistance adéquate. En repérant ces deux groupes dans l'espace de l'agglomération, les autorités en charge de la gestion des risques peuvent anticiper ces spécificités : former le personnel des organismes et institutions à cette difficulté en préparant des messages spécifiques, prévoir des structures d'accueil dédiées (par exemple, les refuges qui reçoivent de nombreux jeunes enfants peuvent proposer des structures d'appui psychologique avec du personnel formé à cette problématique), etc. Cet exemple montre l'intérêt qu'il y a à réaliser une cartographie aussi simple que celle de la population, en discriminant la population la plus jeune et celle la plus âgée du reste de la population, pour aider les autorités en charge de la gestion des risques à mieux se préparer pour faire face à des situations de catastrophe. Pour être plus efficient dans la gestion des risques, il est donc nécessaire de différencier les moyens à déployer dans les espaces. Et la cartographie de la population aide à anticiper une réflexion sur la différenciation de ces moyens.

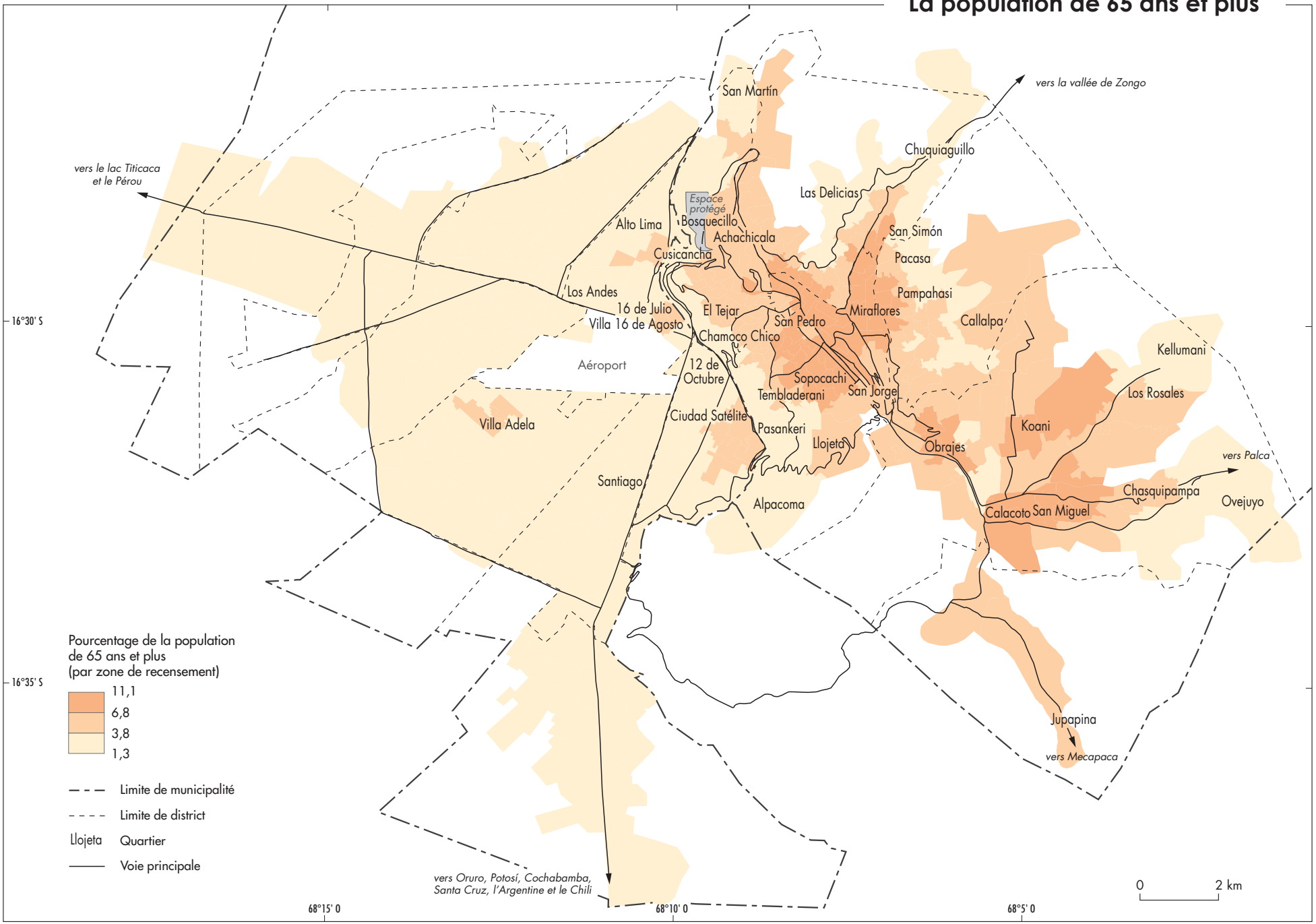
La population de moins de 6 ans



Source : INE, 2001

© IRD 2013

La population de 65 ans et plus



© IRD 2013

Source : INE, 2001

Une vulnérabilité liée aux éléments du fonctionnement urbain

En adoptant une démarche systémique, l'analyse des risques amène à considérer les interactions entre les éléments du fonctionnement urbain dont le dysfonctionnement peut provoquer des situations de crise. C'est le cas de l'énergie électrique. La perte de l'approvisionnement en énergie électrique peut entraîner la perte de l'approvisionnement en eau potable, la perte des services spécialisés de soins, etc. Comprendre comment fonctionne un élément urbain, c'est donc mieux appréhender la vulnérabilité de cet élément, mais aussi les conséquences de cette vulnérabilité pour d'autres éléments du fonctionnement urbain, notamment ceux qui sont indispensables pour gérer une situation de crise.

L'approvisionnement en énergie électrique

Planche 22

En 2009, la demande en énergie électrique pour l'agglomération de La Paz s'élevait à 1 163 gigawatts-heure (GWh). C'est la quasi-totalité de l'énergie produite dans la zone nord (1 423,08 GWh) (tableau 3), espace de production électrique défini par le Système interconnecté national (SIN). Les foyers de l'agglomération de La Paz ont en effet facilement accès au service d'approvisionnement en électricité avec 91 % des foyers qui sont approvisionnés en énergie électrique (AE, 2010), au détriment des espaces ruraux. La perte de l'approvisionnement en énergie électrique constitue donc un risque pour le fonctionnement de l'agglomération de La Paz. En effet, sans énergie électrique, ce sont des éléments fondamentaux du fonctionnement urbain qui sont affectés comme l'adduction d'eau, le système de soins ou encore les secteurs économiques et financiers. Par effet de transmission, la perte ou le mauvais fonctionnement de l'approvisionnement en énergie électrique peut donc provoquer de fortes perturbations dans différents secteurs de l'agglomération de La Paz. En situation de crise, cette perte peut même avoir des conséquences catastrophiques.

Tableau 3

La production d'énergie électrique en 2010

Zone de production reliée au SIN	Énergie produite	
	en GWh	en %
Zone nord	1 423,08	21
Zone centrale	3 688,17	55
Zone sud	111,34	2
Zone orientale	1 439,21	22
Total	**6 661,8**	**100**

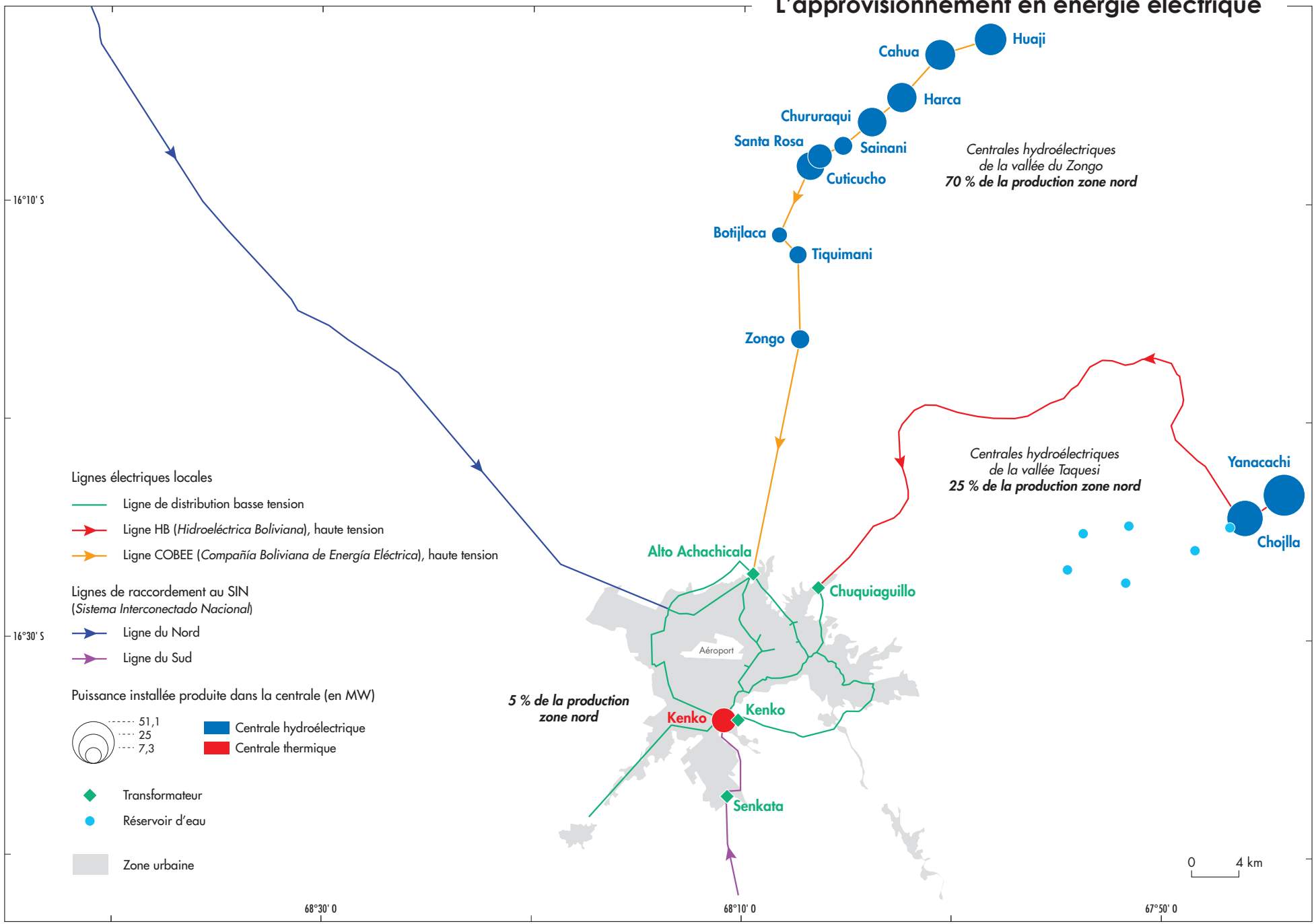
Source : AE, 2010

Or, par son organisation structurelle, un système d'approvisionnement en énergie électrique est déjà très vulnérable. Distribuées sur un territoire, ses infrastructures sont en effet exposées à divers éléments perturbateurs qui peuvent remettre en cause leur bon fonctionnement et donc, l'approvisionnement en énergie électrique (Kamouly, 2012). Pour bien le comprendre, il convient d'abord de présenter cette organisation du système pacénien.

L'énergie électrique consommée dans l'agglomération de La Paz est issue de deux sources différentes : une partie est d'origine hydroélectrique[36] et une autre partie est d'origine

36 Deux technologies différentes sont employées : des centrales au fil de l'eau ou en cascade et des centrales par rétention d'eau.

L'approvisionnement en énergie électrique



© IRD 2013

Sources : AE, 2010 ; équipe PACIVUR, 2010

thermique. Cette énergie est largement produite à proximité de l'agglomération, dénommée zone nord dans le système national de production et de distribution. Elle représente environ 21 % du total de l'énergie électrique produite dans le pays.

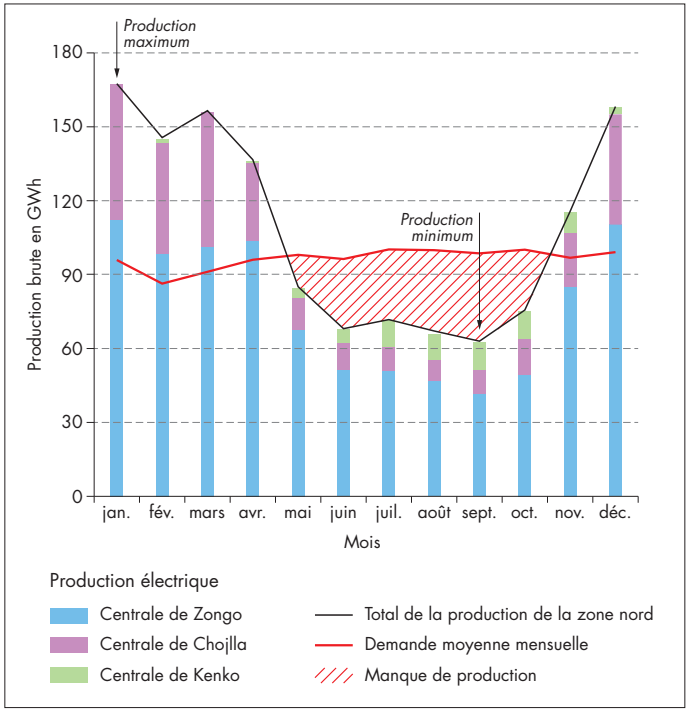
Dans la vallée Zongo, située au nord-est de l'agglomération, 10 centrales hydroélectriques au fil de l'eau, installées sur le torrent Zongo, appartenant à l'entreprise COBEE produisent 70 % de l'énergie de la zone nord. Par ailleurs, l'entreprise HB possède 2 centrales par rétention d'eau (Yanacachi et Chojlla) situées dans la vallée du torrent Taquesi qui correspondent aux centrales hydroélectriques les plus importantes du pays avec 38,4 et 51,1 mégawatts (MW) en puissance installée. Elles produisent 25 % de l'énergie de la zone nord. Cette production d'énergie hydroélectrique est transportée jusqu'à l'agglomération par des lignes à haute tension qui parcourent la vallée Zongo et Taquesi, appartenant à chacune des deux entreprises productrices. Par ailleurs, une centrale thermique (Kenko) située à El Alto, fonctionnant au gaz, qui appartient à l'entreprise COBEE, complète le dispositif d'approvisionnement en énergie électrique de l'agglomération de La Paz en contribuant à hauteur de 5 % de la production d'énergie de la zone nord.

L'énergie hydroélectrique et thermique produite est livrée à une entreprise de distribution : ELECTROPAZ[37]. Celle-ci en réduit la tension principalement dans 3 postes de transformation (Alto Achachicala, Chuquiaguillo, Kenko) d'où elle est ensuite distribuée aux foyers branchés sur le réseau.

Malgré cette production électrique locale, une partie de l'électricité consommée provient du reste du pays grâce au raccordement de l'agglomération à 2 lignes de transport d'électricité à haute tension du réseau SIN. L'une arrive par le sud de l'agglomération (ligne du Sud) jusqu'au poste de transformation de Senkata ; l'autre arrive par le nord (ligne du Nord) jusqu'au poste de Alto Achachicala. En effet, il y a une importante fluctuation annuelle de la production hydroélectrique provoquée par l'étiage des torrents, dont le maximum pour la zone nord est atteint en septembre (figure 10). Or, la puissance installée de la centrale thermique d'El Alto n'est pas en mesure de compenser le déficit de la production hydroélectrique. Par conséquent, pendant ces périodes d'étiage, le raccordement au réseau national permet d'obtenir l'énergie électrique nécessaire à la consommation de l'agglomération (Bourbon, 2010 : 33). Par ailleurs, un système fondé sur des centrales hydroélectriques est assez peu flexible. En effet, leur production est

Figure 10

La fluctuation annuelle de la production d'énergie électrique dans la zone nord bolivienne



Source : AE, 2010

37 La concession pour la distribution de l'énergie électrique lui a été accordée en 1995.

liée à la disponibilité en eau. Or, la demande en énergie varie sur 24 h : dans l'agglomération de La Paz, la demande est faible entre 1 h et 6 h du matin, alors qu'elle est très élevée entre 17 h et minuit. Pour y faire face, les entreprises régulent leur production en effectuant des lâchés d'eau qui permettent de produire plus d'énergie à certaines heures de la journée. Une fois les lâchés effectués, il faut reconstituer les réserves d'eau. Par conséquent, la perte d'une centrale hydroélectrique entre 17 h et minuit a des conséquences très graves car ni les autres centrales hydroélectriques ni la centrale Kenko n'ont la capacité de répondre à la perte en la compensant par une augmentation de leur production, alors que ce créneau horaire correspond à une plus forte demande en énergie liée à l'éclairage public, au système de régulation du trafic routier, etc. La perte d'énergie à ce moment de la journée provoquera donc plus de problèmes.

Une analyse succincte de la vulnérabilité du système d'approvisionnement en énergie électrique souligne souvent les points structuraux de faiblesse. Par exemple, la perte, quelle qu'en soit la raison, d'une centrale hydroélectrique du groupe de production de la vallée Zongo provoquerait une perte de production et donc d'approvisionnement de La Paz. Un endommagement de la centrale Huaji, la plus importante en termes de puissance de la vallée Zongo, qui paralyserait sa production, diminuerait de 10,3 % la production électrique de la zone nord. En période d'étiage, si les autres zones de production du pays ne peuvent pas compenser cette perte, l'agglomération manquera d'énergie électrique, affectant sérieusement son fonctionnement.

Or, ces éléments de production sont vulnérables. Par exemple, les centrales hydroélectriques d'HB sont alimentées par une seule prise d'eau dans le torrent Taquesi. En période d'étiage, l'eau nécessaire à la production est stockée dans des lacs de rétention afin de permettre le fonctionnement des centrales quand la contribution en eau du torrent est faible. Le fait qu'un seul torrent et qu'une seule conduite alimentent en eau les centrales constitue ici un facteur de vulnérabilité puisque l'endommagement de cette conduite ou l'assèchement du torrent paralyserait l'ensemble de la production et réduirait l'approvisionnement électrique de La Paz.

L'alimentation de La Paz par seulement quatre lignes à haute tension constitue un autre exemple de vulnérabilité structurelle du système. Concernant les lignes assurant le transfert de la production des centrales de la zone nord jusqu'à La Paz, la ligne Chojlla-Chuquiaguillo (115 kV) permet d'évacuer la production de Chojlla jusqu'au poste source de Chuquiaguillo. Cette ligne est essentielle puisque elle est la seule à évacuer la production de la vallée Taquesi. Si cette ligne qui transporte 25 % de la production de la zone nord venait à être déconnectée, une grande partie de la population pacénienne ne serait plus approvisionnée. C'est donc ici le manque d'alternative de fonctionnement qui constitue la vulnérabilité de la ligne. Par ailleurs, elle traverse la région des Yungas avec des sommets allant jusqu'à 5 000 m d'altitude dont l'accessibilité est limitée à seulement quelques pistes. En cas de défaillance de la ligne, son rétablissement peut être compliqué par le manque d'accessibilité aux pylones.

Ces exemples de la vulnérabilité structurelle du système peuvent être multipliés. Il est pourtant plus intéressant d'en voir les conséquences indirectes.

Dans le cas de l'approvisionnement en énergie électrique, les deux municipalités apparaissent à nouveau très dépendantes l'une de l'autre. On distingue ainsi trois entrées de l'électricité sur La Paz : une au nord par le poste d'Alto Achachicala, une au sud, par le poste de Kenko et une au nord-est par celui de Chuquiaguillo. Les deux premiers de

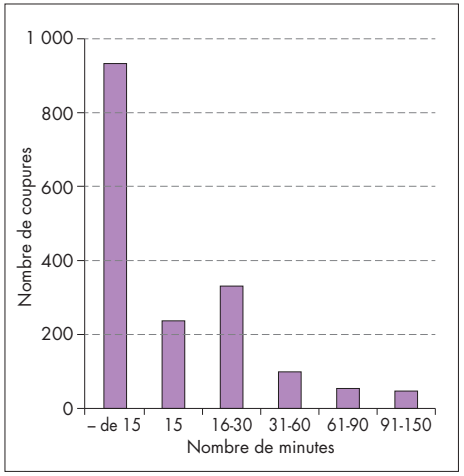
ces trois postes sont sur le territoire d'El Alto, tandis que le deuxième se situe à La Paz. Le fait que le poste de transformation de Chuquiaguillo reçoive à la fois la production de Taquesi et de Zongo fait de ce poste un élément essentiel et vulnérable. Sa perte ou sa défaillance provoquerait une panne considérable due à un manque d'alternative de fonctionnement, qui affecterait aussi bien El Alto que La Paz puisque la distribution par ELECTROPAZ ne différencie pas les deux municipalités. D'ailleurs, en cas de problème, un protocole de gestion de la distribution sur le territoire pacénien peut être activé afin de couper l'alimentation de certains quartiers de l'une ou l'autre municipalité, sans les différencier, pour éviter que tout le système de la zone nord ne s'effondre en cascade.

L'observation des registres des problèmes établis par l'autorité bolivienne de régulation du secteur de la production et distribution de l'électricité entre janvier 2006 et mai 2006 indique que la majorité des coupures sont inférieures à 15 minutes (figure 11). Les coupures dont la durée dépasse les 15 minutes représentent 45 % du total, ce qui n'est finalement pas si négligeable pour le fonctionnement urbain. Par exemple, la coupure du 7 avril 2007 dura 4 h 40 et affecta l'activité des centres de soins, des entreprises et services publics, notamment le secteur du transport (Bourbon, 2010 : 48). Même avec des générateurs d'électricité, les centres de soins ont besoin de carburant pour fonctionner. Or, les réserves en carburant ne sont pas dimensionnées pour répondre à une coupure de longue durée (Rojas, 2012). C'est ainsi que l'hôpital général de La Paz possède un générateur électrique fonctionnant au diesel pour approvisionner en énergie le service des urgences. Mais les réserves de carburant lui donnent une autonomie énergétique comprise entre 3 et 5 heures. Par ailleurs, pour se procurer du carburant, les pompes de distribution des stations-services ont besoin d'électricité… Cet exemple montre donc combien la vulnérabilité s'est, ce jour-là, diffusée sur le territoire de l'agglomération par un effet domino lié au fonctionnement urbain, provoqué par une simple coupure d'électricité.

Les causes les plus fréquentes de dysfonctionnements sont également assez bien identifiées par les registres de l'autorité bolivienne de régulation du secteur de la production et distribution de l'électricité. Elles sont dues à des événements accidentels tels que la mauvaise protection ou la mauvaise sécurisation des lignes de distribution par le gestionnaire. De la même manière, la maintenance des lignes et leur nettoyage doivent être effectués régulièrement pour éviter toute décharge au contact d'éléments extérieurs (mousse, raccordements informels, lignes tombantes) mettant en contact les autres lignes pouvant ainsi créer une surcharge. Or, cette maintenance fait largement défaut, altérant régulièrement la distribution.

Figure 11

Le nombre de coupures d'approvisionnement en énergie électrique en fonction de leur durée



Source : AE, 2010

Chapitre 3

Des politiques de prévention à la préparation aux catastrophes

La prévention par planification

Pour gérer les risques, les décideurs, notamment en milieu urbain où le coût des dommages joue un rôle déterminant, décident parfois d'emprunter la voie de la prévention. Celle-ci regroupe plusieurs types d'actions possibles. Dès la décennie 1970, la municipalité de La Paz a voulu explorer la prévention par planification, c'est-à-dire, établir, en fonction des risques identifiés, les espaces urbanisables. Plus de 40 ans après les premières tentatives, le constat de la prévention par la planification urbaine est mitigé.

La constructibilité

Planche 23

Les politiques de gestion des risques dans l'agglomération s'inscrivent dans un cadre légal national, celui de la loi n° 2140 d'octobre 2000 de réduction des risques, modifiée en mars 2002 (loi n° 2335), puis à nouveau par un décret d'août 2002 qui crée le Système national pour la réduction et la prévention des désastres et des urgences (décret suprême n° 26739). Ce dernier définit des stratégies et des compétences réparties entre différents acteurs et niveaux politico-administratifs, parmi lesquels les gouvernements municipaux jouent un rôle important (Quiroga *et al.*, 2008 : 9). Ce cadre législatif a ensuite été transposé au niveau local par la loi n° 2028 qui définit les compétences du gouvernement municipal en matière de risques, notamment l'obligation de réaliser des programmes destinés à réduire les causes et les effets des catastrophes. Face à ces obligations légales de gérer les risques, les autorités municipales de La Paz et d'El Alto n'ont pas réagi de la même façon. Cette différence est observable à partir de l'analyse de la carte de constructibilité.

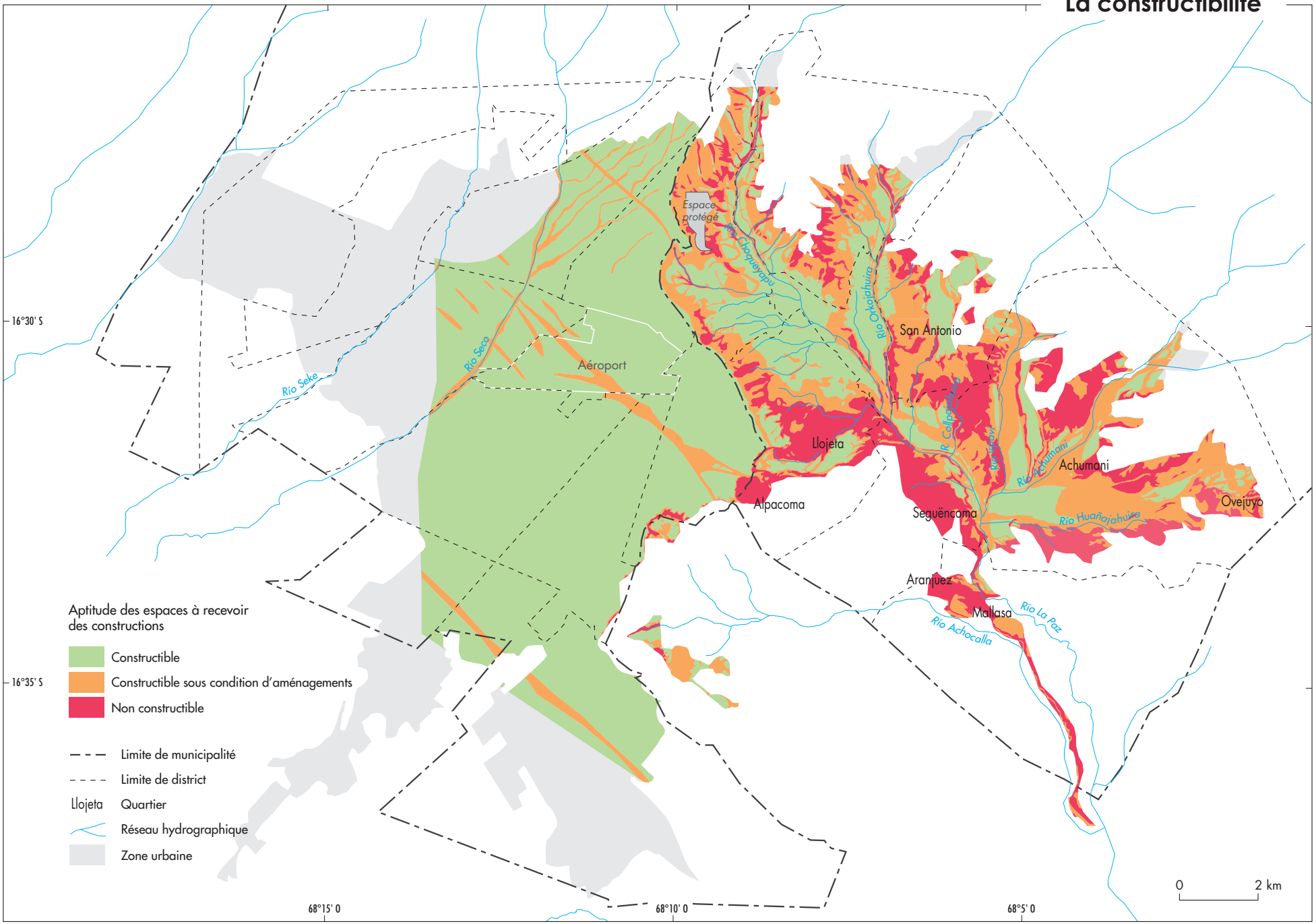
À La Paz, conscients que les risques altéraient le développement de la ville, les administrations qui se sont succédé à la tête de la municipalité n'ont pas attendu la publication de textes de loi pour tenter de maîtriser les risques et limiter les dommages.

C'est ainsi qu'au début des années 1970, le maire de La Paz, Mario Mercado Vaca Guzmán, a souhaité réduire les dommages liés aux risques d'origine naturelle au moyen d'une meilleure planification territoriale (Sandoval et Ayllon, 1992). En 1977, cette volonté s'est concrétisée dans le PDU, composé de différents diagnostics et outils. Il contient notamment l'*Usos de Suelo y Patrones de Asentamiento* (USPA)[38] destiné à organiser et à contrôler l'occupation territoriale. De même, le PDU comporte une carte de constructibilité des espaces établie par le Bureau de recherche minière et géologique (BRGM) en fonction de considérations liées aux risques (aptitude des roches en place, inondation des lits majeurs des cours d'eau, etc.). Cette carte a été volontairement simplifiée pour en faciliter le commentaire.

La carte de constructibilité présente un premier intérêt, celui de montrer qu'au moment de sa réalisation, à la fin des années 1970, El Alto était un espace inclus dans la municipalité de La Paz. Toutefois, l'espace alténien était traité par les services municipaux pacéniens dans les limites de

38 ▸ Règlement d'usage du sol.

La constructibilité



© IRD 2013

Sources : BRGM, 1977 ; GAMLP, 2011

l'urbanisation atteinte à cette époque et susceptibles d'être atteintes, expliquant pourquoi des pans entiers d'El Alto ne possèdent encore aujourd'hui aucune information sur l'aptitude des espaces à recevoir des constructions. C'est le cas aussi, bien qu'en nombre beaucoup moins important, de quelques espaces urbanisés dans La Paz.

Par ailleurs, cette carte renseigne sur l'aptitude des espaces à recevoir des constructions. À grande échelle, elle souligne un élément de différenciation très important entre El Alto et La Paz, à savoir que la disponibilité d'espaces aptes à être construits est très majoritairement favorable à la municipalité d'El Alto. Mis à part quelques espaces qui suivent les principaux torrents comme le Seco, et leurs affluents, ainsi que l'existence de lignes de faille, l'essentiel des espaces d'El Alto couverts par les études sont tout à fait aptes à être construits. Par contraste, les espaces pacéniens sont très peu propices à la construction.

En suivant un raisonnement logique, et par rapport aux risques, à terme, l'urbanisation devrait donc plutôt s'effectuer à El Alto, au détriment de La Paz. De fait, cette observation conforte la tendance d'évolution de la croissance spatiale de la tache urbaine déjà évoquée dans l'analyse de la planche 6.

Ces constats n'ont paradoxalement pas été un frein à l'urbanisation à La Paz. Au mieux, ils ont participé à l'accroissement de l'écart de différenciation sociale entre les deux municipalités. En effet, les espaces considérés comme constructibles à La Paz à la fin des années 1970 sont aujourd'hui très largement urbanisés. Ceux qui le sont sous condition d'aménagements (fondations profondes et renforcées, construction de gabions, etc.) sont aussi déjà largement urbanisés. Par conséquent, construire aujourd'hui à La Paz implique de démolir l'existant pour reconstruire, ce qui génère un coût de construction nettement plus élevé qu'à El Alto. Par conséquent, ce sont les habitants les plus riches de l'agglomération qui se logent à La Paz, certes en acceptant aussi en contrepartie des densités toujours plus élevées, mais en repoussant les moins riches vers El Alto. L'en bas de l'agglomération renforce ainsi sa différenciation par rapport à l'en haut, laquelle rend l'agglomération assez spécifique dans les modèles des villes du Sud puisque les riches sont en bas et les pauvres en haut.

En observant dans le détail la carte, il est également intéressant de noter qu'en dépit de l'existence de cette cartographie de l'aptitude des espaces à recevoir des constructions, un outil très performant pour la fin des années 1970, ce sont aujourd'hui au moins 7,3 % du tissu urbain existant qui est construit sur des terrains considérés comme strictement non constructibles en 1977. Il s'agit aussi bien des versants de La Paz comme Llojeta, Alpacoma ou San Antonio, quartiers où résident des familles aux revenus plutôt faibles, que des quartiers résidentiels aisés situés dans la partie sud (Seguëncoma, Aranjuez, Mallasa, Achumani, Ovejuyo). Ces derniers espaces occupent même plus de surface urbaine. En effet, la carte établie par le BRGM a été reconstruite en suivant exactement les limites du tissu urbain actuel. Les espaces qui apparaissent en rouge et en orange sur la carte sont donc aujourd'hui déjà urbanisés. Le faible contrôle de l'application des normes municipales, notamment par opportunisme électoral à La Paz au moment où la croissance urbaine a été très forte (Montes De Oca, 2005), explique le faible respect de ces normes et donc, l'urbanisation des espaces déclarés non constructibles (illustration 32).

Une partie des événements catastrophiques répertoriés dans l'agglomération découle de cette négligence d'un danger pourtant identifié de longue date. Comme très souvent,

Illustration 32

Certains terrains sont constructibles, à condition de respecter quelques normes ; construire en briques, sur un soubassement en adobe, dans des espaces humides et à forte déclivité provoque souvent des dommages aux biens.

© IRD/S. Hardy

cela vérifie la tendance à relativiser un type de risque par rapport à d'autres. Il y aurait plus de risques à ne pas occuper un site pourtant reconnu comme associé à un risque. Il est possible d'en déduire une propension à accepter l'exposition aux événements catastrophiques, en échange d'avantages compensatoires : par exemple l'éloignement des plus pauvres, le refus pacénien d'un déclin urbain dans un contexte national où les villes sont entrées en concurrence.

La carte démontre également que, contrairement aux idées reçues, les plus pauvres ne sont pas toujours ceux qui s'exposent le plus aux risques. Les populations les plus riches contournent très largement les recommandations d'urbanisation et s'exposent fortement aux catastrophes. Mais elles ont des moyens pour en limiter les conséquences. En effet, cette urbanisation d'espaces non constructibles génère malgré tout des coûts élevés pour la municipalité, coûts qui ont forcément un impact sur la capacité d'investissement et donc, sur le rayonnement national de l'agglomération.

On observe encore que les municipalités de l'agglomération n'exploitent finalement pas les documents de prévention des risques qui existent déjà, à une échelle métropolitaine et qui leur sont au moins en partie communs. La carte de constructibilité qui établit un zonage des zones constructibles et de celles où la construction doit être interdite, en fonction de l'aptitude des roches en place, de l'inondation des lits majeurs des cours d'eau, définit en effet des espaces sur lesquels les deux municipalités pourraient pourtant élaborer un travail commun de gestion des risques.

Par exemple, les terrains des parties hautes des versants occidentaux de La Paz sont susceptibles de glisser, transmettant en contrebas les dommages. L'occurrence de ces glissements est susceptible d'augmenter par le jeu de l'infiltration des eaux usées et des eaux de ruissellement produites par les habitants d'El Alto, et non collectées, faute d'infrastructures plus adéquates. Dans ce cas précis, la vulnérabilité identifiable sur les versants occidentaux de La Paz résulte en partie de la transmission spatiale de problèmes alténiens. Une politique de gestion des risques qui se voudrait efficace impliquerait donc de prendre en compte les différents aspects de la vulnérabilité territoriale ici rapidement présentés, sans restriction des limites politico-administratives. Puisque la plupart des versants sont constructibles sous réserve de réaliser des aménagements adéquats, la municipalité de La Paz gagnerait, notamment d'un point de vue strictement foncier, à aider celle d'El Alto à améliorer son réseau de collecte des eaux usées afin de limiter les infiltrations et contribuer ainsi à stabiliser les versants de la cuvette pacénienne. À ce jeu, les municipalités seraient toutes deux gagnantes à leur échelle et engrangeraient même un bénéfice à coopérer en augmentant de fait le dynamisme de l'agglomération.

Cette carte de constructibilité montre enfin que la réduction de l'exposition des biens et des populations à des catastrophes se heurte toutefois à des lacunes du droit qui perturbent profondément la bonne mise en œuvre des politiques de gestion des risques. Par exemple, les démarches pour obtenir le titre de propriété d'une parcelle s'effectuent auprès d'un organisme national (*Derechos reales*) qui attribue la propriété sans prendre en compte l'aptitude des espaces à recevoir des constructions, alors même que l'outil existe depuis 1977. Les gestionnaires municipaux n'ont alors que très peu de moyens pour limiter l'exposition aux risques. Ce contexte juridique constitue une entrave au développement d'une politique de gestion des risques efficace à l'échelle de l'agglomération. La capacité de prévention des risques des institutions locales s'en trouve largement diminuée, expliquant un aspect de la construction des risques dans les territoires de l'agglomération.

Une multitude d'actions pour pallier l'inopérationnalité de la planification préventive

Face aux problèmes générés par la prévention par planification, les décideurs municipaux, contraints de gérer l'immédiateté, ont choisi de s'engouffrer dans des actions de gestion des risques plus pragmatiques. La politique de gestion des risques se résume alors souvent en des programmes de prévention qui font la part belle à la construction d'ouvrages de génie civil censés contenir, sinon faire disparaître les aléas. Ces actions les engagent aussi à mettre en œuvre une surveillance étroite des processus physiques à l'origine des aléas destructeurs, sans forcément mesurer toutes les dimensions qu'implique une surveillance qui se voudrait efficiente.

Les programmes de prévention

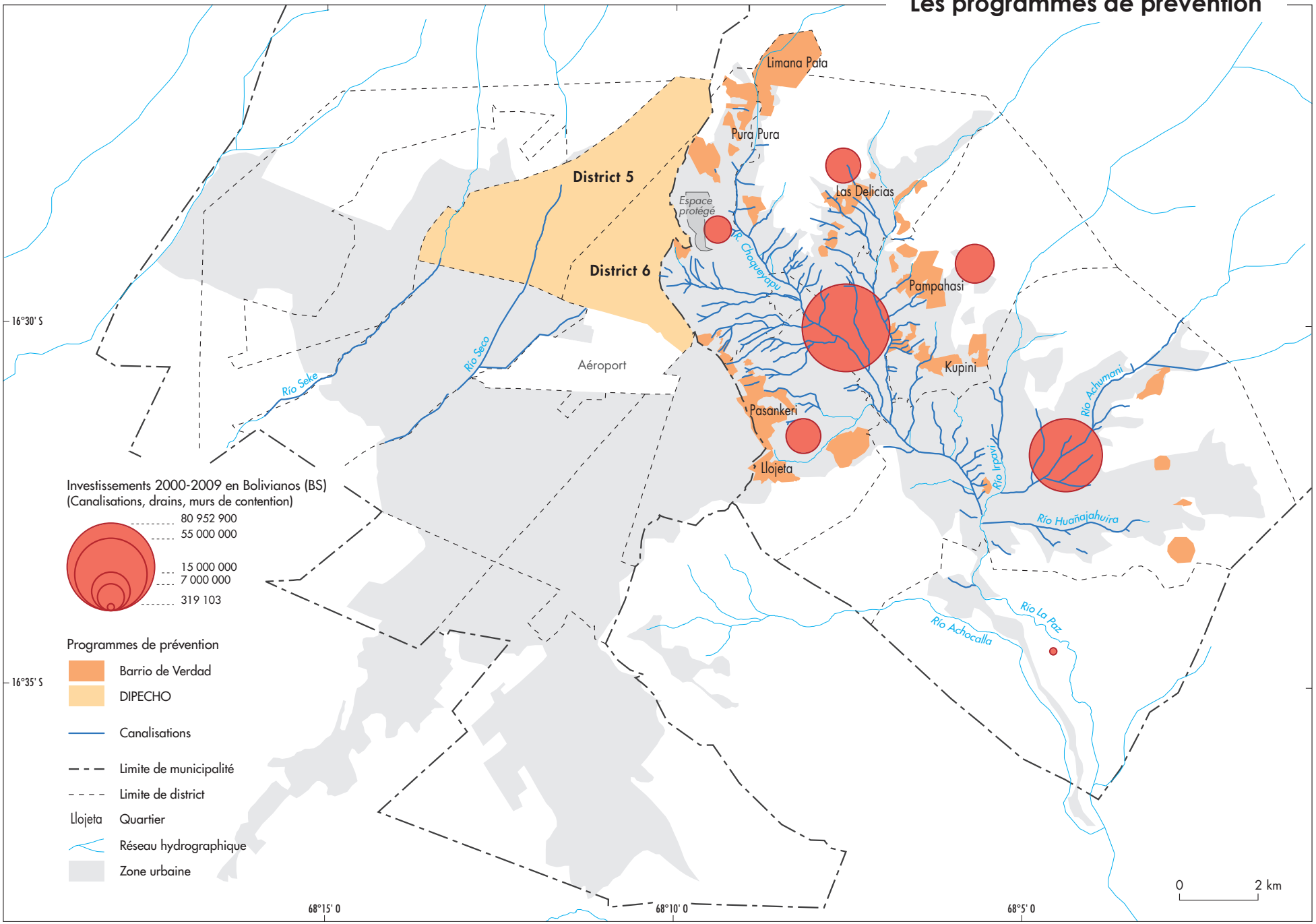
Planche 24

Devant la récurrence des événements catastrophiques qui endommagent le tissu urbain, les autorités municipales de La Paz tout comme celles d'El Alto ont tenté de réagir en élaborant et en mettant en place des programmes de prévention des risques. Elles y ont d'autant plus été incitées que la loi considère désormais le maire comme pénalement responsable quand une négligence en matière de gestion des risques est établie. Au-delà, elles ont pris conscience des conséquences des catastrophes en matière de dommages, et surtout de dynamisme urbain à moyen et long terme.

La carte des programmes de prévention a pris le parti de représenter ce que chacune des municipalités de l'agglomération met en œuvre pour gérer les risques sur son espace. Les informations disponibles à La Paz ne sont pas du tout du même ordre quantitatif et qualitatif que celles disponibles à El Alto. Même si encore une fois elles traduisent l'absence d'une politique commune de gestion des risques à l'échelle de l'agglomération, elles insistent aussi sur les problèmes et priorités des espaces respectifs.

À grande échelle, la carte montre qu'il est possible d'estimer assez précisément le coût des investissements réalisés pour gérer les risques dans la municipalité de La Paz, alors qu'il n'est pas possible d'obtenir la même information pour El Alto. Dans cette dernière municipalité, il y a bien entendu des investissements qui permettent de gérer les risques, mais ils n'apparaissent pas vraiment comme tels dans les budgets et dans la communication auprès des habitants. Ces investissements sont plutôt placés au même rang que les équipements destinés à améliorer l'habitabilité des quartiers alténiens, c'est-à-dire ce que demandent les administrés : réseaux d'évacuation des eaux usées, travaux de remblai, nivellement. À El Alto, investir dans l'installation de drains signifie transformer un torrent en un réseau d'égouts, et non pas une opération destinée à contrôler le débordement du torrent, même si poser des drains produit indirectement cet effet. Pour ces raisons,

Les programmes de prévention



© IRD 2013

Sources : GAMLP, 2010 ; GAMEA, 2009

la lecture du budget municipal d'El Alto ne permet pas d'identifier dans le détail les espaces qui bénéficient ou pas d'investissements pour gérer les risques.

A contrario, les autorités pacéniennes communiquent avec moult détails sur les investissements qu'elles réalisent pour gérer les risques. À partir d'une compilation des données provenant du *Dossier estadístico del municipio de La Paz (2000-2005)* et du *Compendio estadístico del Bicentenario (2000-2009)*, il est possible de représenter les sommes investies exprimées en bolivianos pour la construction d'ouvrages d'ingénierie destinés à gérer les risques dans la municipalité de La Paz. Ces investissements consistent essentiellement à construire des drains pour contrôler, voire espérer interdire les débordements des torrents, ainsi que des murs de contention pour maîtriser les glissements. En les cartographiant, on identifie les espaces où ces investissements ont été privilégiés entre 2000 et 2009. Il s'agit des espaces centraux de la municipalité, puis des espaces situés dans sa partie sud, avec des sommes cumulées comprises entre 55 et 80 millions de bolivianos[39]. Par comparaison, avec environ 15 millions chacun, les investissements sur les versants occidentaux, orientaux et septentrionaux sont 3,5 fois moins élevés. Cette logique correspond-t-elle à une politique visant à prévenir les risques dans les espaces les plus vulnérables ?

La planche 10 indique que les versants ouest, est et nord sont plus vulnérables car plus exposés à l'occurrence d'aléas d'origine anthropique que les espaces centraux et sud de la ville. Par ailleurs, si le matériau de construction du logement est un des marqueurs de la pauvreté et donc, de la vulnérabilité de la population, la planche 13 montre là encore que la population qui réside sur les versants ouest, est et nord est plus vulnérable que celle du centre et du sud. Cette simple analyse souligne que les investissements les plus importants ne ciblent donc pas les espaces les plus vulnérables de la municipalité. Les investissements privilégient-ils alors la partie sud de la ville, où l'urbanisation dispose d'espaces où elle peut encore progresser, justifiant de la sorte les travaux qui y sont régulièrement menés ? En effet, dans cette logique, les investissements réalisés dans le centre et secondairement sur les versants bénéficient finalement aux espaces méridionaux situés à l'aval qui paraissent comme mieux protégés face à l'occurrence de dommages.

La nette préférence de la part des autorités municipales pacéniennes à construire des drains souterrains pour canaliser les torrents, plutôt que des digues, en particulier dans le centre et dans la partie sud de la ville, malgré les désavantages des drains (coût, maintenance et capacité de contrôle) s'explique par le fait qu'en choisissant de construire des drains pour évacuer les eaux des torrents, la municipalité échappe partiellement aux restrictions qu'établissent ses propres ordonnances. Il n'y a en effet aucune restriction de construction sur les remblais. Avec la construction de drains, il n'est plus nécessaire de définir une zone d'extension de crue du torrent puisqu'ils s'évacuent en souterrain. La restriction d'urbanisation dans une zone de 25 mètres de part et d'autre du cours d'eau n'a donc plus lieu d'être, créant *de facto* du terrain disponible à la construction. Certes, les services municipaux chargés de la gestion des risques ont vite perçu les problèmes que cette logique a provoqués : augmentation de l'exposition à l'aléa, augmentation des dommages liés à des ouvrages mal conçus et augmentation des coûts de la gestion des risques. Mais leurs réserves pèsent peu face au choix d'augmenter l'attractivité de la municipalité pacénienne dans l'optique de son développement, notamment en libérant du terrain à construire dans la partie sud de la ville.

39 ▸ Soit environ 5,5 à 8 millions d'euros.

La carte des programmes de prévention met également en valeur les modes opératoires de prévention des risques que les autorités municipales privilégient. El Alto comme La Paz ont en commun de favoriser les opérations qui consistent à construire ponctuellement des ouvrages d'ingénierie civile : canalisations des torrents qui s'écoulent sur le territoire municipal, voire pose de drains ; construction de murs de contention allant de simples gabions à de hautes parois de béton armés. À ce jeu, même en prenant en compte la difficulté à analyser les informations disponibles à El Alto, la municipalité de La Paz semble très en avance. De la sorte, elle opte pour une gestion des risques dont la stratégie est court-termiste : les opérations sont visibles, mais coûteuses et surtout, elles n'intègrent pas l'analyse d'un territoire dont les logiques de fonctionnement peuvent expliquer la survenue des catastrophes.

Parfois, les municipalités mettent tout de même en place un mode opératoire de prévention des risques dont les caractéristiques sont plus proches de la planification préventive. Il permet alors d'intervenir sur plusieurs des composantes de fonctionnement d'un territoire donné.

Entre 2007 et 2008, les autorités municipales alténiennes ont mis en place, avec l'aide financière du Bureau humanitaire de la Commission européenne (ECHO) un programme préparatoire aux désastres (DIPECHO) très ambitieux dans deux districts situés au nord de la ville (districts 5 et 6). Dans le cadre de ce projet, avant d'entreprendre la construction d'ouvrages d'ingénierie civile, les autorités municipales, aidées de consultants, ont réalisé un diagnostic territorial de la vulnérabilité, c'est-à-dire une identification des espaces susceptibles d'être endommagés et des éléments exposés qui permettent le fonctionnement urbain. À partir de ce diagnostic, le programme DIPECHO d'El Alto a pu sensibiliser aux risques la population vulnérable, c'est-à-dire la population qui vit dans les espaces identifiés comme vulnérables.

Illustration 33

Le programme DIPECHO a permis à la municipalité d'El Alto d'initier une gestion des risques à partir d'une approche préventive, passant, entre autres actions, par une sensibilisation de la population.

© IRD/S. Hardy

La prévention s'est ainsi ancrée dans le moyen terme en affichant des avertissements destinés aux populations sur les ouvrages d'ingénierie réalisés (illustration 33).

De leur côté, les autorités municipales de La Paz, grâce à un prêt de la Banque mondiale et à des fonds issus de la Coopération vénézuélienne ont développé à partir du premier mandat du maire Juan del Granado Cosío (1999-2019) le programme intitulé *Barrio de Verdad*. Il s'agit d'un programme d'amélioration de l'habitabilité de quartiers pacéniens, sélectionnés en fonction d'une série de différents critères dont l'exposition aux aléas d'origine naturels. Sur la carte, les espaces qui ont bénéficié de ce programme sont essentiellement des espaces situés sur les versants occidentaux (Pasankeri, Llojeta), orientaux (Las Delicias, Pampahasi, Kupini) et septentrionaux (Limana Pata, Pura Pura) de La Paz, notamment dans la partie supérieure

des bassins-versants. Dans ce cadre, différentes actions sont menées comme des études géologiques détaillées pour mieux comprendre les processus physiques qui conduisent à la survenue des aléas. Un volet du programme comprend également une sensibilisation de la population aux risques. À partir d'ateliers participatifs, la population est invitée à identifier les risques auxquels elle s'expose, à les représenter sur des cartes (spatialisation des phénomènes), à identifier les ressources qui sont nécessaires pour en réduire les conséquences (centres de santé, brigade de premiers secours, etc.), à élaborer un plan d'évacuation en cas de survenue d'une catastrophe, etc. (illustration 34). Même si la construction d'ouvrages d'ingénierie demeure la réponse la plus attendue par la population pour gérer les risques et constitue ainsi une partie des opérations menées dans le cadre du programme *Barrio de Verdad*, les actions de prévention ne restent pas anecdotiques et font du programme un élément intéressant dans la palette d'outil du GAMLP pour gérer les risques.

Encore une fois, cette carte révèle en arrière-plan l'absence complète d'action de gestion des risques qui embrasse toute l'agglomération ou tout au moins, des espaces où la transmissibilité de la vulnérabilité est identifiable. C'est ainsi que les actions menées pour prévenir les glissements de terrain sur les espaces situés sur le versant ouest de La Paz pourraient être améliorées en incluant dans l'analyse territoriale préalable aux actions les problèmes éventuellement transmis à cause de la contiguïté des espaces avec ceux situés à El Alto. Par exemple, les inondations dans les quartiers du district 6 concourent à la fragilisation des terrains sur les versants de La Paz. Construire des ouvrages d'ingénierie civile pour limiter les glissements de terrain doit ici aller de pair avec le drainage et l'installation d'un réseau d'égout sur les terrains situés sur le rebord de la cuvette, à El Alto.

Dans la pratique, des opérations communes de gestion des risques s'avèrent compliquées à cause de la vulnérabilité institutionnelle causée par l'absence de liens légaux entre les deux municipalités. Avec le système institutionnel existant, les municipalités n'ont pas les outils nécessaires pour prendre des décisions de planification et d'investissement en commun. Pour l'instant, les municipalités ne peuvent investir que sur leur territoire de compétence, ce qui souligne les écueils institutionnels à lever pour parvenir à des politiques communes de gestion des risques. Même un outil aussi nécessaire qu'un document identifiant les facteurs de risques communs, par le fait des transmissions, à l'échelle de l'agglomération de La Paz, est difficilement envisageable à partir de l'initiative propre des municipalités. Il les obligerait en effet à intervenir sur des territoires sur lesquels elles n'ont aucune compétence juridique.

Illustration 34

Le programme *Barrio de Verdad* permet une amélioration des conditions d'habitabilité des quartiers les plus pauvres et intègre un volet de préparation préventive des catastrophes, en formant notamment la population à évacuer.

© IRD/S. Hardy

Le système d'alerte précoce
Planche 25

Quelle que soit l'échelle envisagée, l'agglomération de La Paz pâtit de l'absence d'une réflexion approfondie concernant une politique de gestion des risques qui tient compte d'une connaissance du fonctionnement du territoire, notamment de la transmissibilité des vulnérabilités d'un territoire à une autre. De plus en plus fréquemment, la politique de gestion des risques est conçue comme la prévision et la prévention des événements d'origine naturelle et ne prend pas en compte le rôle des espaces clés susceptibles d'engendrer des situations d'urgence et/ou de crise. L'analyse de la carte du Système d'alerte précoce (SAT) étaie cette remarque.

En 2008, le GAMLP a négocié avec la coopération bilatérale de la République fédérale d'Allemagne le financement d'un Système d'alerte précoce d'un montant de 1 147 742 US$. Les autorités municipales doivent probablement en attendre des retombées importantes pour réduire le coût de l'endommagement provoqué par les catastrophes d'origine naturelle puisqu'il s'agit d'un investissement qui représente déjà près de 0,7 % du budget municipal total de l'année 2008.

Jusqu'à l'achat du SAT, la prévision de la survenue d'aléas d'origine naturelle susceptibles de provoquer des situations de catastrophes était réalisée de manière visuelle. Les services municipaux de gestion des risques avaient par exemple installé, en se fondant sur les retours d'expériences d'événements passés, des échelles d'alerte dans les lits mineurs des torrents (illustration 35). En fonction du niveau d'eau atteint dans le lit mineur, les services municipaux tentaient d'anticiper le comportement du torrent et sa capacité à provoquer une situation catastrophique. Au regard des conditions physiques de la municipalité de La Paz, pour être efficient, ce système supposait la présence quasi permanente sur le terrain d'un personnel expérimenté, non seulement capable de lire le niveau d'eau, mais aussi de comprendre, grâce à une connaissance accumulée, le comportement du torrent surveillé. Autant dire que l'ensemble de ces conditions étaient difficiles à réunir, expliquant la succession des événements ayant provoqué des catastrophes à La Paz. L'achat du SAT a donc été justifié par la nécessité de remédier à ces difficultés.

Illustration 35

Une échelle graduée de trois couleurs (jaune, orange, rouge) facilite la lecture du niveau d'alerte avant débordement atteint par l'eau d'un torrent.

© IRD/S. Hardy

La carte indique que le SAT est composé de différents instruments de mesure qui sont répartis sur l'ensemble du territoire pacénien : pluviomètres, capteurs radars et caméras de vidéosurveillance (illustration 36). Les données sont récupérées en temps réel, transmises et stockées dans un serveur du GAMLP où elles sont automatiquement traitées et rendues disponibles pour les services municipaux de gestion

Illustration 36

L'installation de capteurs le long des torrents permet de mesurer en temps réel l'évolution du niveau d'eau dans le torrent et de donner automatiquement l'alerte aux responsables municipaux de la gestion de crise au-delà de l'atteint de seuils.

© IRD/S. Hardy

des risques. Avec ce système, le GAMLP s'est fixé l'objectif de surveiller les bassins-versants de La Paz, pour pouvoir anticiper la gestion d'une éventuelle situation de crise.

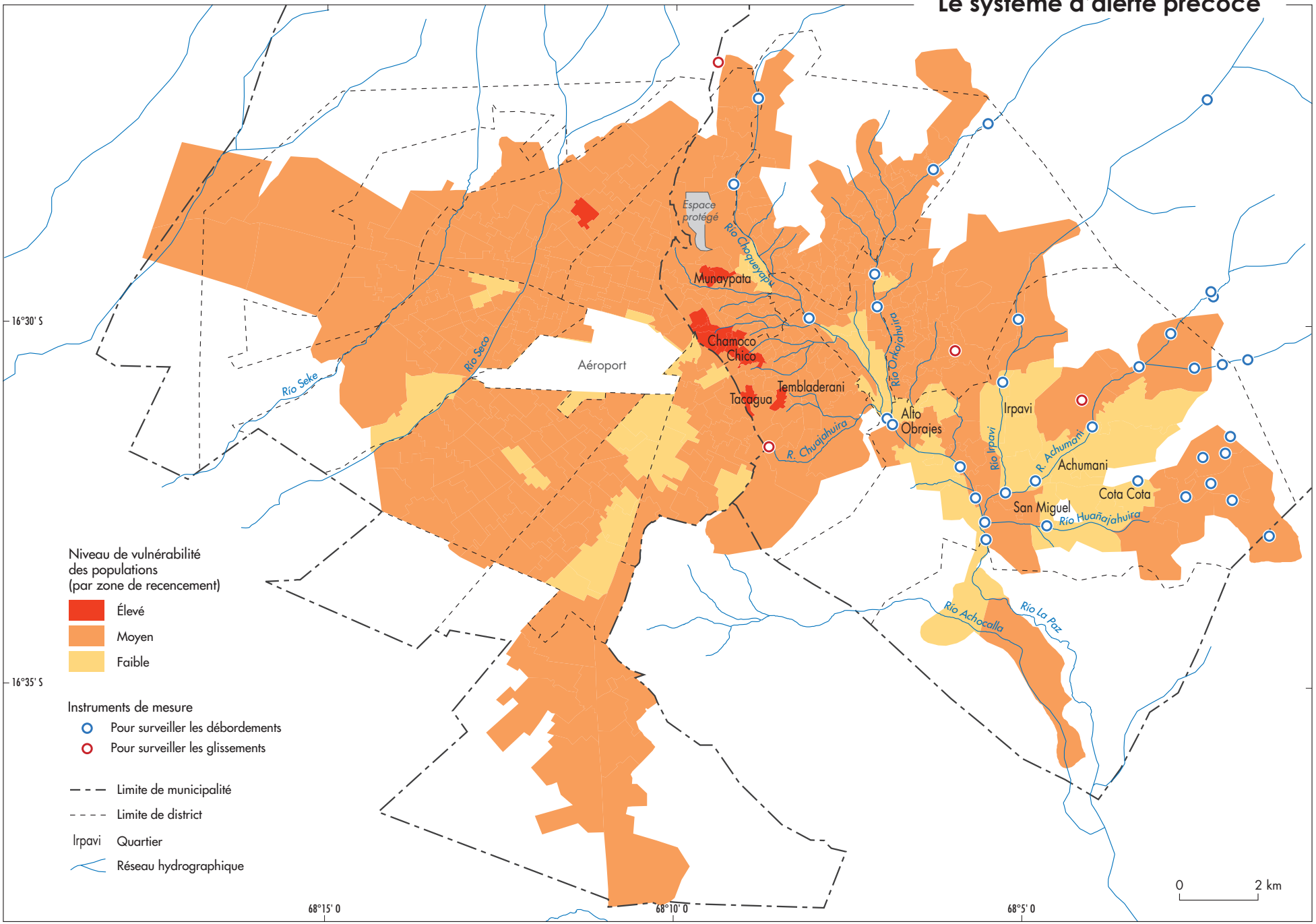
Toutefois, en regardant à grande échelle la répartition spatiale des instruments, on remarque que l'instrumentation couvre surtout les bassins-versants des torrents La Paz, Irpavi, Achumani et Huañajahuira, donnant l'impression que la partie sud de la ville est particulièrement surveillée, au détriment des versants occidentaux, orientaux et septentrionaux. Or, il ne s'agit pas des espaces où la population est la plus vulnérable.

En effet, la carte croise la localisation des instruments du SAT avec le niveau de vulnérabilité de la population, obtenu en cumulant les facteurs de la vulnérabilité de la population mobilisés dans les planches 13 à 22. À partir de la carte, on observe alors que les espaces où le niveau de vulnérabilité de la population est le plus élevé sont situés sur les versants occidentaux, dans les quartiers Munaypata, Chamoco Chico, Tembladerani et Tacagua. En se référant à la planche 10, il s'agit d'espaces exposés à l'occurrence de glissements de terrain. Ils ne sont pourtant pas équipés des instruments destinés à surveiller les glissements. De même, les quartiers Alto Obrajes, San Miguel, Irpavi, Achumani et Cota Cota ont été instrumentés alors que la vulnérabilité de la population est faible. Même en suivant une logique de bassins-versants, le choix des lieux instrumentés n'apparaît pas complètement cohérent.

Premièrement, il supposerait de ne pas différencier El Alto de La Paz puisqu'une partie des phénomènes physiques qui provoquent les événements catastrophiques prend naissance à El Alto (ruissellement pluvial, niches d'arrachement, etc.). Or, le SAT étant un projet de la municipalité de La Paz, l'instrumentation ne prend absolument pas en compte l'espace alténien, et de manière volontaire car dans la partie est, la municipalité pacénienne a justement installé hors de l'espace urbain des instruments. L'absence de surveillance de l'espace alténien relativise donc la fiabilité de la prévisibilité de la survenue des événements.

Deuxièmement, à l'échelle de La Paz, les espaces vulnérables et très exposés aux aléas d'origine naturelle, à savoir globalement les versants occidentaux, septentrionaux et orientaux, sont nettement moins équipés que les quartiers situés dans la partie sud de la ville. Cette observation pose alors sur le fond la question des espaces que les services municipaux veulent surveiller dans le but d'en limiter l'endommagement. La carte donne franchement l'impression qu'il s'agit de la partie sud de la ville, c'est-à-dire celle où il y a encore des terrains disponibles pour l'expansion urbaine.

Le système d'alerte précoce



© IRD 2013

Sources : GAMLP, 2011 ; INE, 2001

Ce renforcement de l'approche technique de gestion des risques à La Paz s'explique en partie par l'absence de réflexion approfondie sur les événements passés qui au contraire, mettrait clairement en avant le rôle des conditions de la vulnérabilité. Par ailleurs, elle attribue une (trop ?) importante fiabilité à l'instrumentation qu'une analyse des conditions de vulnérabilité permettrait de relativiser.

Pour ne prendre qu'un seul exemple, pour fonctionner, le SAT a besoin d'énergie électrique. Or, le déclenchement d'une situation de crise dans l'agglomération est souvent dû à des conditions météorologiques dégradées par rapport à la normale – violentes précipitations sous forme d'orages de grêles – qui provoquent notamment des coupures d'électricité. Les instruments du SAT n'ayant pas de batteries autonomes, s'ils sont privés d'électricité, ils ne sont plus en mesure d'alimenter en données les services municipaux qui perdent alors cette aide à la décision pour gérer les situations d'urgence (illustration 37).

Illustration 37

Les instruments du SAT sont performants mais dépendent de l'électricité, ce qui peut faire défaut en situation de crise.

© IRD/S. Hardy

Au-delà du fonctionnement propre du SAT qui peut toujours être amélioré (en installant par exemple des batteries sur chaque appareil.), surveiller implique, lorsqu'il y un danger identifié, d'agir pour le réduire. Si le SAT permet de prévoir le débordement d'un torrent et donc, de l'anticiper, force est de constater que les autorités municipales n'ont pas prévu d'actions spécifiques après l'identification du danger comme un protocole d'évacuation de la population. Celui-ci serait un vrai complément au SAT, mais nécessite un travail de prévention : informer et former la population susceptible d'être mise en danger, prévoir un parcours pour évacuer cette population, en prenant en compte ses spécificités (par exemple, la population jeune et âgée signalée par les planches 21a et 21b), prévoir des lieux d'accueil après l'évacuation, etc. Le SAT peut donc être un précieux outil d'aide à la décision à condition de garder à l'esprit qu'il vient en complément d'un travail minutieux et réfléchi de prévention des risques qui se planifie dans le temps et qui doit être sans cesse renouvelé.

Comment améliorer la politique de gestion des risques ?

Les dépenses réalisées pour gérer les risques indiquent une augmentation du coût des investissements dans les ouvrages de génie civil et les programmes de surveillance, mais aussi une augmentation des interventions pour gérer des situations d'urgence et/ou de crise. Pour rendre la gestion des risques plus efficace, il ne suffit donc pas de construire des ouvrages et de surveiller les aléas, il est aussi nécessaire de bien maîtriser les secours. Des efforts ont déjà été faits à La Paz comme à El Alto avec la création de Centres d'opération des urgences (COE), mais pour rendre ces derniers vraiment opérationnels, il faut les doter d'outils permettant de connaître les ressources sur lesquelles ils peuvent réellement compter.

Le Centre d'opération des urgences (COE)

Planche 26

La catastrophe du 19 février 2002 (planche 8) a permis aux autorités municipales de La Paz comme d'El Alto de prendre conscience de la faiblesse de l'organisation des secours. L'orage de grêle a en effet fait la preuve de l'inefficacité organisationnelle des moyens d'urgence et de gestion de crise qui existaient et qui avaient été pensés dans la décennie 1970.

Tirant les leçons de cette crise, le GAMLP 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. Des fonctionnaires de la Direction intégrale des risques, de la Direction de la maintenance municipale, du groupe d'interventions d'urgences et des mairies décentralisées participent à ce comité permanent. Celui-ci organise ses activités en fonction d'une gradation en quatre niveaux d'alerte qui déterminent les grandes lignes d'action à mettre en œuvre. Dans les situations les plus graves, le comité peut mobiliser l'ensemble du personnel du GAMLP et par exemple, avoir recours à des procédures d'urgence pour l'attribution des marchés publics municipaux rendus nécessaires par la situation. C'est donc une instance de gestion des urgences, très orientée vers des solutions techniques et organisationnelles.

Cette instance permanente de coordination technique a été complétée par un Centre d'opération des urgences (COE) dont la mise en place s'est faite progressivement, à partir de l'expérience de gestion de la crise provoquée par l'orage de grêle de février 2002. En s'appuyant sur la législation bolivienne et sur l'exemple pacénien, le programme DIPECHO mené par les autorités municipales entre 2007 et 2008 a également débouché sur la création d'un COE dans la municipalité d'El Alto (Hardy, 2008). La carte représente cette organisation et le fonctionnement des COE de La Paz et de celui d'El Alto.

Tout d'abord, la carte indique que le COE de La Paz, comme celui d'El Alto (illustration 38), est composé de différents acteurs dont le rôle est soit de niveau politique, c'est-à-dire qu'il s'agit d'acteurs qui prennent les décisions, soit opérationnel avec des acteurs qui mettent en œuvre les décisions prises.

Illustration 38

Le Centre d'opération des urgences de la municipalité d'El Alto est né de la volonté des autorités alténiennes de mieux gérer les catastrophes qui surviennent dans le territoire dont elles ont la charge.

© IRD/S. Hardy

En premier lieu, celui de La Paz comprend des services municipaux qui, en février 2002, s'étaient organisés en commissions, par grands champs d'actions destinées à gérer la situation de crise. Certains services géraient les opérations dites humanitaires (santé, refuges, alimentation, soutien psychologique). D'autres assuraient le soutien logistique (transport, communication, stockage, etc.). Enfin, certains ont assuré les opérations de protection de la population (sauvetage et évacuation, maintien de l'ordre, etc.). Il comprend enfin le niveau d'intervention politique, notamment avec le cabinet du maire, responsable de la prise des décisions. En quelque sorte, ces différents acteurs représentent des ressources en cas de situation d'urgence et/ou de crise, c'est-à-dire des acteurs disposant de moyens spécifiques qui doivent permettre de faire face à la situation et de faciliter par leurs actions complémentaires, le retour à une situation considérée comme normale.

Cette expérience d'organisation de gestion de crise a débouché sur une résolution municipale[40] qui a instauré le Comité d'opérations d'urgences (COE) de La Paz. Depuis, l'organisation du COE a été réajustée à plusieurs reprises en fonction des nouvelles expériences. Ainsi, en août 2006, par résolution municipale, la structure a été décentralisée dans les quartiers considérés comme les plus vulnérables (COEB) et les districts (COEM).

Une analyse détaillée de la carte du COE dans la municipalité de La Paz met aussi en lumière une dispersion spatiale des différents acteurs du COE. À part les acteurs du niveau de décision politique qui se concentrent plutôt dans le centre de l'agglomération (Centro), notamment la mairie de La Paz, les acteurs opérationnels sont très dispersés. Cette dispersion résulte, en partie, du choix de décentraliser la gestion des risques. Cette décentralisation du COE pacénien traduit une organisation plus lucide et pragmatique pour arriver au plus vite ou simplement être présent dans les espaces considérés comme les plus vulnérables (illustration 39). Cependant, elle résonne aussi comme un aveu de l'incapacité des gestionnaires des situations d'urgence et de crise à intervenir dans certains quartiers qui se retrouvent régulièrement isolés, sans accès aux moyens d'urgence existants. L'absence de simulation de crise au niveau des quartiers interroge aussi l'efficacité de cette organisation décentralisée de la gestion de crise.

Par ailleurs, sans réflexion approfondie sur ce qu'est une situation d'urgence et de crise, tant au niveau municipal que local et à celui de l'agglomération, il est difficile d'apporter des informations aux divers acteurs du COE afin qu'ils anticipent sa gestion. Par exemple, si la carte indique qu'il y a des acteurs opérationnels pour gérer des situations d'urgence, répartis dans l'agglomération, elle ne précise pas les compétences et moyens réels dont ils disposent pour agir. La carte montre par exemple une forte présence de forces de police dans la municipalité pacénienne, en particulier sur les versants occidentaux, orientaux et septentrionaux. Toutefois, ces forces de police ne sont très souvent ni équipées ni même formées pour gérer une situation d'urgence et de crise provoquée par une catastrophe d'origine naturelle ou anthropique. Leur action est donc beaucoup plus théorique qu'effective, interrogeant la pertinence de leur présence sur la carte.

Enfin, en dépit de la décentralisation, de nombreux acteurs opérationnels restent présents dans la partie centrale de la ville de La Paz, faisant d'elle un territoire clé puisque disposant de ressources importantes pour gérer une situation d'urgence, mais aussi un territoire à protéger pour qu'il fonctionne quelle que soit la situation. Dans une moindre mesure, la partie sud de La Paz apparaît comme un territoire qui dispose de ressources suffisamment diverses pour être,

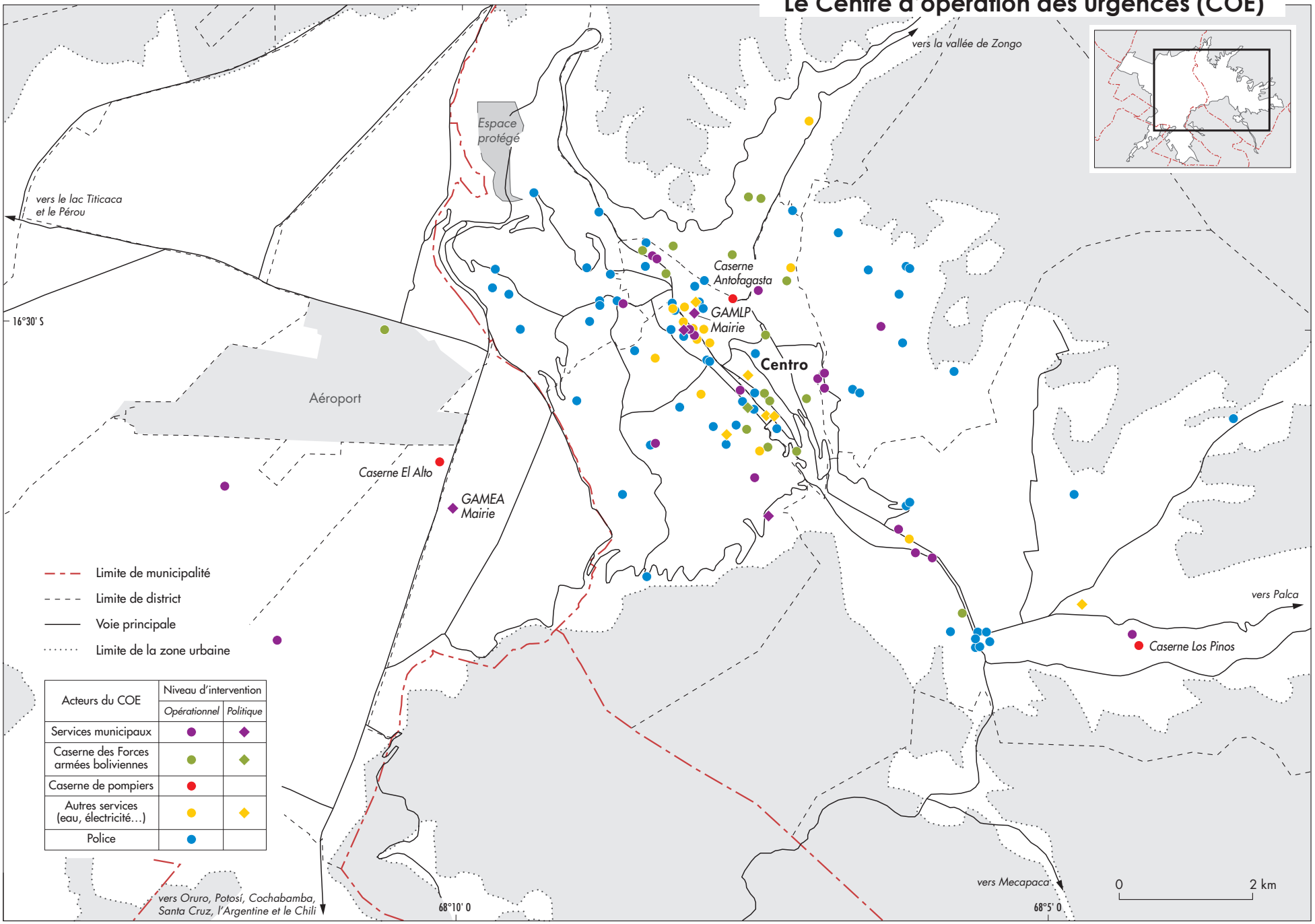
Illustration 39

Un poste de commandement avancé pour gérer la coordination des actions des différents acteurs impliqués dans la gestion d'un événement catastrophique de grande ampleur.

© IRD/S. Hardy

40 Résolution municipale n° 0344/2002 du 29 novembre 2002.

Le Centre d'opération des urgences (COE)



Acteurs du COE	Niveau d'intervention	
	Opérationnel	*Politique*
Services municipaux	●	◆
Caserne des Forces armées boliviennes	●	◆
Caserne de pompiers	●	
Autres services (eau, électricité…)	●	◆
Police	●	

© IRD 2013

Sources : GAMLP, 2011 ; GAMEA, 2011

sinon autonome par rapport au territoire du centre, tout au moins capable de faire face, en cas d'isolement avec les ressources du centre par exemple, à une situation de crise.

La carte du COE présage également les possibles problèmes de fonctionnement qui peuvent restreindre son efficacité. En effet, au sein du COE, on trouve aussi bien différents organes du GAMLP, que des acteurs extérieurs (diverses entités de la Police nationale dont le corps des pompiers, la Croix-Rouge bolivienne, la Défense civile bolivienne et diverses entités des Forces armées boliviennes, les entreprises en charge de l'approvisionnement en eau et en électricité, etc.). Ces acteurs représentent des ressources de la gestion des situations d'urgence et/ou de crises, c'est-à-dire des organisations disposant de moyens spécifiques permettant de faire face à la situation et de faciliter par leurs actions complémentaires, le retour à une situation normale. Or, à La Paz, la coordination entre ces deux grandes catégories d'acteurs – municipaux et extérieurs – ne semble pas pleinement opérationnelle. Par exemple, le GAMLP a décidé de renouveler les plans de contingence par type d'événement (inondation, incendie, etc.) qui avaient été élaborés après l'orage de grêle du 19 février 2002. Dans ce but, pendant l'année 2009, les responsables municipaux ont essayé de réunir plusieurs fois les membres du COE, sans réussir à ce que ces derniers assistent à chacune des réunions organisées. Dans ces conditions, les actuels plans de contingence sont partiels, inachevés et seront probablement peu opérationnels le jour où ils devront être mis en œuvre.

Trois raisons de fond expliquent les problèmes de coordination entre les acteurs du COE. D'une part, la très grande instabilité dans les postes des responsables des différents organismes – en particulier ceux extérieurs au GAMLP – rend difficiles l'établissement et le suivi des relations entre acteurs. Or, différentes études ont établi que cette connaissance réciproque des acteurs facilite la gestion des situations d'urgence et de crise (Lagadec, 2007 ; Acquier *et al.*, 2008 ; Lutz et Lindell, 2008 ; Uhr *et al.*, 2008 ; Crichton *et al.*, 2009). D'autre part, au sein du COE, les rôles dévolus à chacun sont trop imprécis pour provoquer la pleine adhésion des acteurs. Par exemple, le rôle du corps des pompiers – qui dépend de la Police nationale – est évident en cas d'incendie étant donné qu'aucun des autres membres du COE ne possède le matériel nécessaire pour y faire face. En revanche, dans d'autres situations d'urgence et/ou de crise, son rôle n'est pas très clairement établi. Par exemple, dans le cas du glissement de terrain survenu à Retamani en février 2009, le groupe B.E.R.S.A. des pompiers de La Paz est intervenu à la demande du GAMLP, mais seulement plusieurs jours après l'intervention des groupes de sauvetage du GAMLP. Cette observation concernant la définition du rôle dévolu à chacun des acteurs membres du COE est valable pour l'ensemble des acteurs extérieurs, ce qui amène à un autre niveau d'explication.

Lorsqu'une situation d'urgence et/ou de crise se présente, les responsables du COE municipal font appel aux institutions qu'ils perçoivent comme nécessaires pour faire face à la situation et rétablir au plus vite une situation normale. Or, cette décision n'est pas toujours fondée sur une connaissance actualisée et systématique des compétences et capacités réelles des différents membres du COE (Jégouzo, 2009). Les autorités municipales font d'abord appel à leurs propres ressources avant de mobiliser des ressources extérieures. D'une part parce que, en toute logique, le GAMLP connaît et maîtrise mieux ses propres ressources que celles des autres acteurs. D'autre part, les populations, qui sont organisées en puissantes associations d'habitants (Juntas vecinales) vont d'abord demander des comptes au GAMLP. Par conséquent, elles poussent les décideurs municipaux à démontrer qu'ils

agissent au mieux pour le bien-être des habitants. C'est ainsi qu'en situation d'urgence, les décideurs municipaux cherchent à régler les problèmes avec les propres moyens du GAMLP, même si ces moyens ne sont pas les plus efficaces ou les mieux adaptés si on considère l'ensemble des ressources théoriquement disponibles et mobilisables. De nombreux autres dysfonctionnements des ressources en situation d'urgence et de crise sont liés à des problèmes institutionnels et organisationnels.

Par contraste avec La Paz, la municipalité d'El Alto apparaît dépourvue en acteurs puisqu'ils ne sont que 5 sur la carte. Cette faiblesse peut en réalité constituer un atout dans une situation d'urgence puisque la chaîne des échanges entre acteurs de la décision – un seul, le cabinet du maire d'El Alto – et acteurs opérationnels est courte. Cet atout n'a toutefois de sens que si les acteurs opérationnels ont les moyens d'intervenir, ce qui n'est pas encore le cas dans la municipalité alténienne.

Par ailleurs, les acteurs du COE sont dispersés autour de l'aéroport, qui constitue un obstacle aux déplacements intra-urbains. Par exemple, relier la caserne de pompiers à un lieu d'intervention situé au nord-ouest de la municipalité alténienne peut prendre beaucoup de temps puisque l'intervention implique de contourner l'aéroport, alors même que le temps d'intervention est un facteur clé de la situation d'urgence et de crise.

Pour conclure, une première lecture de la carte du COE donne l'impression d'une organisation très réfléchie des ressources pour gérer des situations d'urgence et/ou de crise, ainsi qu'une large couverture du territoire.

Mais son analyse révèle au contraire les difficultés à faire travailler ensemble de très nombreux acteurs qui détiennent des ressources indispensables à la résolution d'une situation d'urgence, mais qui rencontrent des difficultés à travailler ensemble justement à cause de leur nombre élevé et peut-être d'un manque, temporaire, d'expérience et de vision du travail à mener en commun. Encore une fois, la carte souligne combien l'absence de coordination des moyens entre El Alto et La Paz n'est pas logique puisque de nombreuses ressources pacéniennes sont finalement très proches d'El Alto et inversement. Sauf que les échanges de ressources entre municipalités ne sont pas prévus et envisageables.

Enfin, les ressources de la gestion de la crise, à regarder de près les acteurs, leur niveau d'intervention et leurs moyens, se concentrent finalement dans le centre de La Paz, faisant de cet espace un territoire clé pour la résolution des situations de crise, dont la vulnérabilité doit donc être particulièrement réfléchie afin de garantir son fonctionnement.

Les centres de santé

Planche 27

Les centres de santé sont des structures auxquelles la population a recours afin de recevoir des soins médicaux et paramédicaux. Ils sont répertoriés de manière pyramidale par le ministère de la Santé, comme des centres proposant des soins courants aux hôpitaux les plus spécialisés. Ils constituent une des ressources nécessaires en situation d'urgence et de crise pour faciliter un retour à la normale. En effet, la survenue d'un événement ayant provoqué des dommages peut induire des blessés qu'il faut soigner. La carte des centres de santé constitue donc un outil intéressant pour connaître les ressources dont dispose l'agglomération pacénienne dans ce domaine.

D'une manière générale, la carte indique qu'il y a 291 centres de santé répartis de manière assez homogène sur l'ensemble de l'agglomération. Ils sont toutefois moins nombreux à El Alto (93) qu'à La Paz (198) (tableau 4) et à El Alto, les périphéries sont moins bien dotées que les espaces situés tout autour de l'aéroport. Les périphéries pacéniennes sont aussi moins bien dotées que la partie centrale de La Paz.

La carte fournit également des informations qualitatives concernant ces centres de santé lesquelles offrent un niveau d'analyse plus fin. Tout d'abord, elle permet de distinguer le statut de ces centres.

Certains sont publics, c'est-à-dire qu'ils reçoivent des fonds publics pour fonctionner en échange d'une obligation de soin pour n'importe quel patient qui se présente, au moins gratuitement pour les soins de base. *A contrario*, les centres privés et mutualistes n'ont pas cette obligation. Les premiers sont payants (avec des exceptions pour les centres de santé dépendant d'une ONG ou d'une église), tandis que les centres mutualistes ne reçoivent que les patients qui sont affiliés à la caisse de sécurité sociale dont ils dépendent par leur travail : Caisse nationale de santé (CNS), diverses Caisses de sécurité sociale. Par exemple, les entreprises du secteur pétrolifère financent une caisse de sécurité sociale destinée à leurs seuls employés : la Caisse pétrolifère. Cette caisse possède un réseau de centres de santé dont l'accès est alors exclusivement réservé aux employés du secteur. Pour résumer, le statut de l'établissement de santé détermine quels sont les patients qui y seront soignés. *A priori*, la population la plus riche accède à tous les centres de santé, mutualistes inclus. En revanche, la population la plus pauvre n'a accès qu'aux soins dispensés dans les établissements publics.

À la lumière de leur statut, la répartition des centres de santé prend un autre sens. Sur 93 centres de santé à El Alto, très peu ont le statut privé ou mutualiste (44,1 %), tandis qu'ils sont nombreux à La Paz (52 %). En cas de catastrophe, la population alténienne globalement plus vulnérable cherchera donc en priorité des soins auprès de centres publics, alors qu'à La Paz, les blessés se répartiront plus entre centres de santé publics et privés ou mutualistes.

Un autre critère qualitatif peut être ajouté à celui du statut : le nombre de lits dont dispose un centre de santé. Ce critère donne une idée sur la capacité d'accueil de blessés en situation d'urgence et de crise. Il détermine aussi en filigrane le niveau des soins qui seront proposés aux patients. En effet, plus un centre de santé propose de lits, plus l'éventail des services médicaux sera large, incluant des spécialités allant de la chirurgie orthopédique à la brulogie.

Avec ce critère, la carte révèle une profonde différenciation entre La Paz et El Alto. Tous statuts confondus, très peu

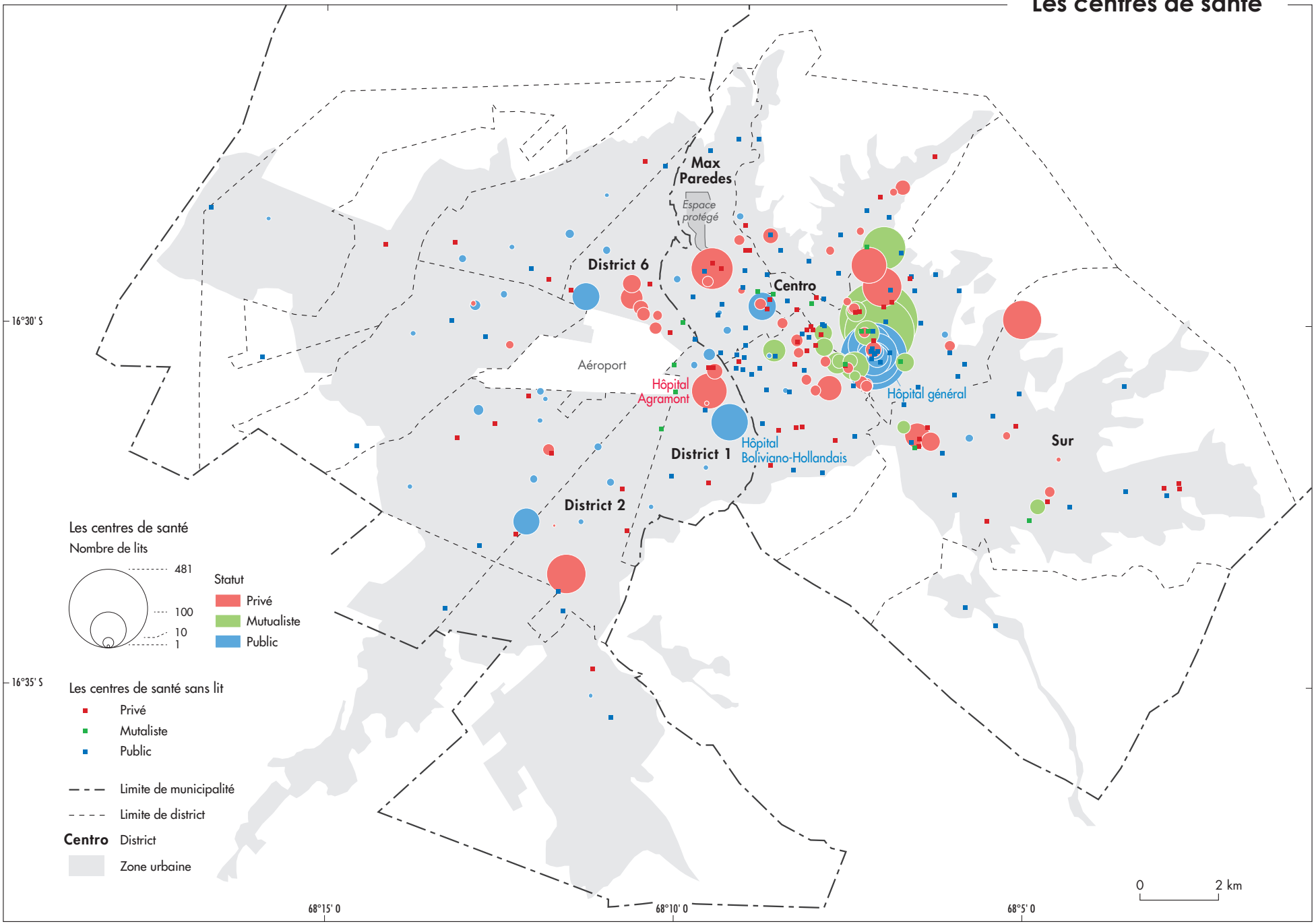
Tableau 4

Nombre de centres de santé selon leur statut

Statut	La Paz	El Alto	Agglomération
Public	95	52	147
Privé	75	35	110
Mutualiste	28	6	34
Total	**198**	**93**	**291**

Source : SEDES, 2011

Les centres de santé



© IRD 2013

Source : SEDES La Paz, 2010

de centres d'El Alto disposent de lits pour hospitaliser les blessés : 45 (tableau 5). Cela signifie que la plupart des centres de santé d'El Alto ne propose que des consultations médicales courantes. Par ailleurs, les quelques centres de santé alténiens qui ont un éventail de services plus large atteignent difficilement la centaine de lits et sont surtout privés. Exception faite du district 2, ils se localisent dans les abords immédiats de l'aéroport, dans les districts 1 et 6, les deux plus importants étant l'hôpital public Boliviano-Hollandais et l'hôpital privé Agramont.

Dans la municipalité de La Paz, l'offre de centres de santé possédant des lits pour hospitaliser des blessés est plus importante (79) et la répartition spatiale plus homogène. Chacun des districts possède plus d'un établissement avec des lits, mais seuls les districts Centro et Max Paredes ont des centres publics avec lits. Le district Sur ne propose que des centres dont la capacité d'hospitalisation est privée ou mutualiste. Avec sa très forte concentration de lits d'hospitalisation, le quartier Miraflores apparaît comme un lieu stratégique pour l'offre de soins puisqu'il attire, autour de l'hôpital public général, composé d'établissements spécialisés comme l'Institut du thorax, l'hôpital des enfants, l'hôpital militaire, etc., de nombreux centres de santé privés et mutualistes, importants aussi bien par rapport au nombre de lits qu'à l'éventail de soins offerts (Chol, 2009). C'est un territoire ressource pour l'attention médicale. Dans une situation d'urgence et de crise qui dépasse largement l'échelle municipale, la population d'El Alto devra s'y rendre pour accéder à des soins très spécifiques non proposés sur place. Il est également possible d'imaginer qu'en cas d'accident aérien grave sur l'aéroport d'El Alto, les blessés devront être transportés vers l'offre de soins de Miraflores. Les autorités sont conscientes de ces problèmes puisqu'elles tentent d'augmenter l'offre de soins – éventail large et nombre de lits disponibles – à El Alto en construisant de nouveaux centres. Mais si le financement de la construction des centres publics dépend des municipalités, la dotation en personnel relève du ministère de la Santé qui n'a pas souvent les moyens de suivre, ce qui favorise l'acquis, c'est-à-dire l'équipement de La Paz.

La capacité d'internement (lits disponibles dans un centre de santé) constitue un critère important à prendre en compte dans la gestion d'une situation d'urgence et de crise. En situation d'urgence et de crise, les centres qui ont la plus forte capacité d'internement seront sollicités en priorité. Pourtant, ce sont ceux qui, en situation normale, ont déjà des taux d'occupation des lits les plus importants puisque peu d'autres centres proposent l'hospitalisation de longue durée. Gérer la crise implique donc de savoir assez précisément combien de lits sont réellement disponibles en temps réel dans un centre de santé. Par ailleurs, il faut avoir à l'esprit que sur un peu plus de 3 000 lits disponibles dans l'agglomération, environ 82 % sont situés à La Paz, notamment à Miraflores, sans pour autant que la majorité de ces lits appartiennent à des centres publics, ce qui pose un problème d'accès aux soins d'urgence des blessés pauvres en situation d'urgence et de crise auquel les autorités doivent réfléchir au préalable. Comment protéger ces centres de santé qui sont des ressources de gestion de crise ? Comment garantir l'accessibilité à ces centres quel que soit l'espace de l'agglomération d'où provient le blessé ?

Tableau 5

Équipement en lits des centres de santé

Équipement	La Paz	El Alto	Agglomération
Sans lit	119	48	167
Avec lit	79	45	124

Source : SEDES, 2011

Les centres de santé 24 h/24

Planche 28

L'intérêt d'identifier les moyens de faire face à une situation d'urgence et/ou de crise a bien été compris par les autorités municipales de La Paz à partir de l'expérience vécue du 19 février 2002. Ces moyens indispensables pour permettre un retour à une situation normale peuvent être définis comme les éléments-ressources de la gestion d'urgences et de crises ou tout simplement les ressources de gestion d'urgences et crises. Les centres de santé illustrent parfaitement ce qu'est une ressource de gestion d'urgences et de crises. Ce sont des éléments indiscutablement indispensables. Pour autant, répertorier et spatialiser les centres de santé n'est pas suffisant dans une perspective de recherche d'efficacité dans une gestion de situation d'urgence et de crise. Les éléments doivent être qualifiés à partir de critères pertinents, afin de déterminer au mieux ceux qui constituent les vraies ressources, celles sur lesquelles les décideurs peuvent concentrer leurs efforts, surtout quand ils sont limités par les coûts, pour les protéger contre toute interruption quelle qu'en soit l'origine. La planche 27 fournit déjà des critères d'identification des ressources de la santé pour gérer une situation d'urgence et de crise. La carte des centres de santé qui fonctionne 24 heures sur 24 en introduit un nouveau, véritablement déterminant dans la compréhension de ce qu'est un espace ressource, en l'occurrence en santé.

Les centres de santé, que ce soit ceux de La Paz comme ceux d'El Alto, présentent une particularité qu'il faut prendre en considération quand on analyse la capacité de gérer les catastrophes dans le domaine de la santé. Tous les centres n'ont en effet pas un médecin présent sur place quelle que soit l'heure du jour ou de la nuit. Beaucoup n'hébergent un médecin que quelques heures par semaine et fonctionnent, le reste du temps, avec des infirmières et là encore, souvent quelques heures par jour. Il n'est donc pas rare de trouver des centres de santé porte close.

En effet, s'il incombe aux municipalités de financer les structures, la dotation en personnel de ces structures dépend du ministère de la Santé et de ses services déconcentrés comme le SEDES dans le département de La Paz. Or, les autorités municipales ont fait ces dernières années un gros effort financier pour rénover, voire construire et équiper des centres de santé, sans que ces derniers ne puissent toutefois pleinement fonctionner puisque le SEDES n'a pas forcément à sa disposition les moyens d'y affecter du personnel médical, surtout les médecins.

Par conséquent, pour gérer au mieux une situation d'urgence et de crise, il ne suffit pas d'avoir une carte qui localise les centres de santé en fonction de leur statut et du nombre de lits dont ils disposent, il faut surtout que la carte indique les centres de santé où il y a une garantie de trouver au moins un médecin présent quel que soit le moment. C'est l'information que fournit cette nouvelle carte. Elle ne représente que les centres de santé dans lequels il y a l'assurance de trouver au moins un médecin de garde présent dans le centre (et non pas seulement de garde depuis chez lui et mobilisable en cas d'urgence).

En analysant dans le détail la carte, on observe que sur les 198 centres de santé recensés à La Paz, seulement 71 sont réellement utiles en situation d'urgence et/ou de crise puisqu'ils hébergent toujours au moins un médecin. L'information rassurante, c'est que ces 71 centres sont également ceux qui possèdent le plus de lits disponibles pour l'hospitalisation : plus de 3 000 lits. Ils sont très concentrés dans le district Centro, et en particulier dans le quartier de Miraflores autour du complexe de l'hôpital général (illustration 40) de statut public donc, susceptible

Illustration 40

L'hôpital général est le centre de santé public ouvert 24 heures sur 24 qui propose le plus grand nombre de lits dans l'agglomération.

© IRD/S. Hardy

d'accueillir n'importe quel blessé. Dans les autres districts, les blessés n'ont très souvent accès qu'à des centres privés ou mutualistes, ce qui est très limitant en situation d'urgence et/ou de crise. Ce constat explique pourquoi les services de secours pacéniens amènent presque exclusivement les patients vers l'hôpital général, même quand les distances à parcourir d'un lieu périphérique jusqu'à Miraflores sont très longues, en dépit des principes de survie des patients. Par ailleurs, certains centres sont tellement spécialisés qu'ils ne constituent pas forcément une ressource de gestion des urgences et des crises. C'est par exemple le cas de l'hôpital psychiatrique situé au sud-est.

À El Alto, sur les 93 centres de santé, seuls 26 sont ouverts 24 heures sur 24, soit moins de 28 % des centres, à peine 600 lits. Si l'hôpital public Boliviano-Hollandais a une bonne capacité d'accueil de patients en lit, suivi de l'hôpital Corea, la majorité des lits disponibles sont toutefois de statut privé comme l'hôpital Corazón de Jesus au sud d'El Alto et toute une concentration de petits, mais efficaces centres de santé privés au nord de l'aéroport. L'effet de spécialisation des centres doit aussi être pris en compte : par exemple, l'hôpital Los Andes est une maternité. Globalement, à El Alto, la capacité d'accueil de blessés est faible et elle se concentre tout autour de l'aéroport, laissant des districts sans moyens et surtout, très éloignés de l'accès à des soins d'urgence comme les districts 7, 8, 11 et 14. La Paz, en particulier l'hôpital général public, est le lieu de référence pour les soins d'urgence.

Miraflores reste donc le territoire ressource pour la gestion des situations d'urgence et de crise dans l'agglomération, alors même que la politique de la santé est gérée, sans aucune coordination, à l'échelle de chacune des municipalités et à celle de l'État central et de ses services décentralisés. Cet exemple indique encore une fois la nécessité de penser la gestion de l'urgence et de la crise à l'échelle de l'agglomération. Le champ de l'assistance médicale et de la santé fait en effet figure d'élément essentiel en cas de situation d'urgence et/ou de crise (Lagadec, 2007). Son dysfonctionnement est susceptible de rendre inefficaces les opérations de secours, ce qui justifie la nécessité d'en avoir la meilleure maîtrise possible.

Une connaissance territoriale de l'élément-ressource centre de santé 24/24, construite à partir d'une réflexion sur les critères d'utilité de celle-ci en situation d'urgence et/ou de crise (localisation, caractéristiques, horaires de fonctionnement, etc.) peut nettement améliorer l'assistance médicale d'urgence. Indéniablement, la connaissance des ressources de la gestion de crise permet de rendre plus opérationnel le fonctionnement d'un COE municipal. En adoptant cette méthodologie pour l'ensemble des éléments-ressources, on peut ainsi améliorer considérablement l'outil de gestion des situations d'urgence et/ou de crise et par conséquent, l'efficacité de la politique de gestion des risques dans la municipalité de La Paz.

Les centres de santé 24 h/24

District 14
District 7
District 11
District 8
Espace protégé
Hôpital Los Andes
Centro
Hôpital psychiatrique
Aéroport
Hôpital général
Hôpital Boliviano-Hollandais
Hôpital Corea
Hôpital Corazón de Jesus

16°30' S
16°35' S
68°15' 0
68°10' 0
68°5' 0

Les centres de santé
Nombre de lits
481
100
10
2

Statut
Privé
Mutualiste
Public

Limite de municipalité
Limite de district
Centro District
Zone urbaine

0 2 km

© IRD 2013

Source : SEDES La Paz, 2010

Les services de secours incendie
Planche 29

En cas d'incendie, il y a dans l'agglomération des pompiers, regroupés en casernes, qui appartiennent au corps de la Police nationale bolivienne (PNB) et qui sont mentionnés dans les organigrammes de fonctionnement du COE de la municipalité de La Paz et de celui d'El Alto. Ces pompiers constituent une ressource de gestion de crise, en étant principalement chargés de la prévention et de la lutte contre les incendies, la surveillance des matériaux dangereux, mais ils peuvent aussi intervenir sur des opérations d'évacuation, de secours, de recherche et de sauvetage en situation de catastrophe (illustration 41). Cartographier les services de secours incendie permet de discerner les capacités réelles de cet acteur de gestion de crise.

La carte des services de secours incendie révèle que l'agglomération de La Paz dispose de trois casernes de pompiers[41]. Pour la municipalité de La Paz, la caserne Antofagasta – la principale – se situe au centre de la ville, tandis que celle appelée Los Pinos se situe dans la partie sud-est. À El Alto, la caserne a été installée en bordure sud-est de l'aéroport. L'aéroport d'El Alto dispose de sa propre caserne de pompiers, directement gérée par l'entreprise concessionnaire de l'aéroport – la SABSA. La carte donne donc l'impression que les services de secours incendie sont répartis de façon assez uniforme dans l'espace de l'agglomération.

En cas de survenue d'incendie ou de tout autre problème, les habitants de l'agglomération peuvent composer le numéro unique d'appel des pompiers, le 119, afin de le signaler. La communication est alors transmise à la caserne la plus proche du lieu d'émission de l'appel, où un opérateur estimera les moyens nécessaires à envoyer pour régler le problème signalé.

Illustration 41
En cas de catastrophe, les pompiers, qui sont membres du COE, interviennent dans les opérations de secours.

© IRD/S. Hardy

En cas de situation d'urgence ou de crise, les services de secours incendie doivent intervenir le plus rapidement possible. Pour cela, ils disposent de moyens humains et matériels, très disparates selon les casernes (tableau 6). Au début de l'année 2009, La Paz comptabilisait 48 pompiers permanents mobilisables 24 heures sur 24 et 26 volontaires, tandis qu'El Alto ne pouvaient aligner que 25 pompiers permanents. Le personnel de chaque caserne est organisé en deux brigades : la brigade des incendies et la B.E.R.S.A. (*Brigada Especial de Rescate, Salvamento y Auxilio*). Le personnel choisit donc une de ces deux spécialités pour laquelle il reçoit une formation spécifique. La station d'Antofagasta et celle d'El Alto possèdent également chacune une brigade spécialisée dans les explosifs et matières dangereuses.

Le personnel travaille par cycle de 48 heures, sauf les volontaires qui ont des cycles de 12 heures. Par exemple, à la station Antofagasta, il y a en permanence un groupe de

41 Une caserne a récemment été établie sur la route des Yungas, dans le village d'Unduavi, avec deux pompiers assignés chaque semaine.

Les services de secours incendie

District 7
District 5
District 14
District 6
District 4
District 3
District 2
District 1
District 8
Periférica
Max Paredes
Centro
San Antonio
Cotahuma
Sur
Mallasa
Espace protégé
Aéroport
Antofagasta
El Alto
Los Pinos
San Pedro
Sopocachi
Obrajes
Calacoto
vers la vallée de Zongo
vers le lac Titicaca et le Pérou
vers Palca
vers Mecapaca
vers Oruro, Potosí, Cochabamba, Santa Cruz, l'Argentine et le Chili
16°30' S
68°10' 0
68°5' 0
0
2 km

Caserne de pompiers

État de fonctionnement des bouches d'incendie
- En service
- Hors service
- Non renseigné

Limite de municipalité
Limite de district
Sur District
Obrajes Quartier
Voie principale
Limite de zone urbaine

© IRD 2013

Source : Unidad de Bomberos, 2011

35 pompiers qui travaillent pendant 48 heures, avant d'être remplacés par le deuxième groupe de 35 pompiers pour 48 heures.

Si toutes les casernes de l'agglomération disposent de camions-citernes d'eau, elles n'ont pas toutes des camions-échelles ou des ambulances. Le matériel de télécommunication est également assez indigent. Dans l'ensemble, le matériel dont elles disposent est plutôt vieux, ne garantissant pas son bon fonctionnement : il s'agit souvent de matériel de seconde main, provenant de donations de casernes étrangères (illustration 42). Si les casernes appartiennent aux municipalités, leurs budgets de fonctionnement fournis par l'État et par le département sont très insuffisants pour la maintenance du matériel et l'achat de produits spécifiques.

La carte localise également les bouches d'incendie où les camions-citernes de lutte contre les incendies pourront être remplis. L'agglomération de La Paz dispose en effet d'un réseau d'eau sous pression constitué de canalisations auquel les pompiers se connectent à partir de bouches d'incendie[42]. Le réseau et les bouches d'incendie sont installés et doivent être entretenus par l'entreprise concessionnaire du service de production et de distribution d'eau potable dans l'agglomération (EPSAS S.A.). L'installation (3 500 US$/bouche) et l'entretien sont facturés à chacune des municipalités. Dans leur grande majorité, ces bouches sont souterraines, si bien que la diffusion de leur cartographie réalisée est susceptible d'aider les nouvelles recrues du corps des pompiers dans l'acquisition des connaissances de leur localisation (illustration 43).

L'analyse de la carte montre que la répartition des bouches d'incendie traduit certaines inégalités spatiales. D'abord à petite échelle, sur un total de 102 bouches, la municipalité

Illustration 42

Les moyens matériels dont disposent les pompiers de La Paz limitent fortement leurs capacités d'intervention.

© IRD/S. Hardy

Tableau 6

Les moyens humains et matériels des services de secours incendie de l'agglomération

Caserne	Pompiers 24h/24	Volontaires	Véhicules				Équipement				Communications	
			4x4	Camion	Camionnette	Moto	Camion-citerne	Camion-échelle	Ambulance	Bateau	Central radio	Cellulaire
Antofagasta	**35** dont **4** paramédicaux *(organisés en 2 gardes de 48 h = 70 pers.)*	**25**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2** [*1 000 l.*, *1 200 l.*]	**1** *(30 m)*	**2**	**4**	**1**	**7**
Los Pinos	**13** dont **1** paramédical *(organisés en 2 gardes de 48 h = 25 pers.)*	**1**	**1**	**-**	**1**	**-**	**1** [*800 l.*]	**-**	**1**	**-**	**1**	**6**
El Alto	**25** dont **1** paramédical *(organisés en 2 gardes de 48 h = 50 pers.)*	**-**	**1**	**1**	**-**	**-**	**3** [*2 000 l.*, *2 500 l.*, *5 500 l.*]	**-**	**-**	**-**	**1**	**2**

Source : Jégouzo, 2009

42 Une bouche d'incendie est une prise d'eau disposée sur un réseau d'eau sous pression, permettant d'alimenter les véhicules d'incendie des pompiers.

Illustration 43

Un très faible nombre d'espaces sont équipés de bouches d'incendie en état de fonctionner.

© IRD/S. Hardy

de La Paz en compte 80 et celle d'El Alto 22. Au regard du nombre d'habitants et de la localisation des activités industrielles, il est évident que le nombre de bouches d'incendie est très insuffisant à El Alto.

Par ailleurs, quand on s'intéresse à leur répartition au sein des espaces municipaux, les inégalités sont encore plus flagrantes. Dans le cas d'El Alto, la répartition est centrifuge autour du district 6. En effet, celui-ci possède 12 bouches d'incendie, assez concentrées dans le sud-est du district, à savoir dans la zone commerciale où se tient deux fois par semaine La Feria du 16 de Julio. Dans les districts 1, 2 et 3, le nombre de bouches d'incendie tombe entre 2 et 3. Plus grave, les districts 7 et 8, les plus récemment urbanisés, n'en possèdent aucune. En cas d'incendie dans un de ces deux districts, la distance à parcourir pour parvenir à une bouche peut donc se révéler importante. D'une manière générale, El Alto étant une municipalité assez industrielle, le faible nombre de bouches d'incendie et leur répartition posent problème. Les districts 2 et 3, les plus industriels, paraissent bien démunis, même s'ils sont parmi les plus accessibles pour la caserne de pompiers situés à El Alto. On n'évoquera pas le problème que pose la carence de produits spécifiques de lutte contre les incendies industriels.

À l'échelle de la municipalité de La Paz, des inégalités spatiales sont également observables. Le district du centre (Centro) dispose de 32 bouches d'incendie, assez bien réparties au sein même de l'espace, tandis que celui de San Antonio ne dispose que d'une bouche. Cotahuma avec ses 18 bouches paraît bien doté, sauf que les bouches sont pour l'essentiel localisées en bordure du centre. Avec respectivement 14 et 6 bouches, les districts de Periférica et de Max Paredes ne sont pas spécialement bien dotés, alors qu'ils concentrent la majorité des quelques industries de la municipalité de La Paz. Enfin, les districts qui concentrent les populations les plus aisées de la municipalité, Sur et Mallasa, ne sont également pas très bien équipés. Sur 9 bouches d'incendie, dont la majorité à Obrajes et dans le quartier de Calacoto, Mallasa n'en a même aucune.

Par ailleurs, le réseau d'approvisionnement en eau des bouches d'incendie n'est pas sécurisé. L'agglomération de La Paz ne dispose pas d'un réseau d'eau dédié à la défense contre l'incendie. Les bouches sont connectées au réseau de distribution d'eau potable. Lorsque ce réseau connaît des dysfonctionnements allant jusqu'à son interruption, comme en janvier 2008, les bouches sont inutilisables.

La cartographie précise également, à partir des données issues d'un diagnostic établi par les pompiers pour la municipalité de La Paz en juillet 2009, les bouches réellement utilisables. Sur les 102 bouches recensées dans la partie urbaine de la municipalité, seulement 68 présentent un état normal de fonctionnement. 4 fonctionnent mais certains des éléments qui la composent sont cassés ou en mauvais état, hypothéquant leur fonctionnement normal. 30 ne sont

tout simplement pas utilisables : parce qu'elles ne fonctionnement pas (elles ne sont pas alimentées en eau, leur accès a été scellé par l'asphalte, etc.) ou parce que les bouches ont un diamètre (50 mm) inférieur à la norme (80 mm) des tuyaux pompes utilisés.

L'analyse spatiale souligne l'ampleur de la vulnérabilité qu'induisent ces problèmes. C'est ainsi que la quasi-totalité des bouches d'incendie de la moitié occidentale du district centre sont inutilisables. C'est également le cas des bouches d'incendie des quartiers de Sopocachi et San Pedro. Or, la carte de la population de jour (planche 5b) indique qu'il s'agit justement d'espaces qui concentrent dans la journée un très grand nombre de personnes qui travaillent dans des immeubles de bureaux ou des commerces (restaurants, etc.), en plus de populations particulièrement fragiles comme les enfants scolarisés dans les établissements scolaires. Il est même assez symptomatique que les bouches d'incendie autour de la Place Murillo, qui héberge le Palais présidentiel – *Palacio Quemado*, littéralement le palais brûlé – et le Parlement, ne soient pas utilisables car d'un diamètre inapproprié par rapport aux tuyaux employés par les pompiers. De manière générale, les bouches ne sont pas localisées en fonction de l'importance des bâtiments et des endommagements possibles.

Enfin, la carte permet de soulever des facteurs spatiaux de vulnérabilité liés à l'absence de gestion des risques incendie à l'échelle de l'agglomération. C'est ainsi que la répartition spatiale d'intervention des casernes n'est pas toujours très bien gérée par les centraux téléphoniques, surtout lorsque l'appel est effectué depuis un téléphone cellulaire. Par exemple, si la population située dans la partie sud de La Paz appelle le numéro 119 d'un téléphone fixe, ils sont connectés au central téléphonique de la caserne Los Pinos, c'est-à-dire la plus proche de la zone. Mais si elle appelle le 119 depuis un téléphone cellulaire, elle est alors mise en relation avec le central téléphonique de la caserne Antofagasta. Cette dernière doit donc appeler en retour la caserne située dans la partie sud pour qu'elle opère l'intervention. Autre exemple : lorsqu'un résident d'El Alto appelle le 119, il est connecté au central téléphonique de la caserne d'El Alto. Cependant, lorsqu'une personne fait le 119 d'un cellulaire d'El Alto, la majorité des appels sont transmis au central téléphonique de la caserne Antofagasta. Seuls les appels émis à proximité de la caserne d'El Alto parviennent à ce central téléphonique. Or, les appels de cellulaire transférés à la station Antofagasta ne laissent que très peu de temps à l'opérateur pour retransmettre l'alerte à la caserne d'El Alto.

D'une manière plus générale, la carte indique que de nombreux quartiers des versants ouest de La Paz sont plus proches de la caserne d'El Alto que de celle d'Antofagasta. Mais la séparation entre les municipalités ne permet normalement pas aux pompiers d'El Alto d'intervenir à La Paz, même si la caserne d'El Alto permet une rapidité d'intervention supérieure à celle d'Antofagasta en cas de problème signalé sur les versants ouest de La Paz. Et inversement. En outre, les pompiers de l'aéroport, qui dépendent d'une structure privée qui gère la sécurité de l'aéroport n'ont pas le droit d'intervenir hors de l'aéroport, en dépit des moyens matériels importants dont ils disposent.

La carte des services de secours incendie souligne encore une fois qu'il existe des moyens pour gérer les risques, mais que la logique de séparation municipale apparaît contre-productive pour cette gestion à l'échelle de l'agglomération.

Comment une réflexion sur les ressources aboutit-elle à une compréhension de la vulnérabilité territoriale ?

Déterminer les ressources nécessaires à la gestion d'une situation d'urgence et/ou de crise oblige les autorités à redevenir plus pragmatiques, en quelque sorte à se rapprocher du terrain qu'elles connaissent finalement plutôt bien. Ce cheminement aboutit à poser des questions qui abordent de front ce qui fait la complexité à gérer des situations d'urgence et de crise, à savoir la mise en relation des territoires vulnérables qui ont besoin d'être secourus et ceux qui ont des ressources de secours, mais sont eux-mêmes vulnérables.

L'exposition aux aléas des centres de santé

Planche 30

Anticiper une situation d'urgence et de crise ne doit pas se réduire à l'identification des ressources nécessaires à sa gestion. En effet, une situation d'urgence et de crise est par nature toujours complexe. Elle met en interaction une multitude de facteurs très variés. La carte de l'exposition aux aléas d'origine naturelle des centres de santé le démontre. Elle résulte du croisement de deux cartes déjà présentées, celle des espaces exposés à l'occurrence d'aléas d'origine naturelle et celle des centres de santé. Le croisement permet alors d'entrer dans une autre dimension de la vulnérabilité, celle des territoires.

Dans une première lecture, la carte indique que les centres de santé construits dans des espaces exposés aux aléas d'origine naturelle sont assez nombreux. À l'exception d'un localisé à El Alto, tous sont pacéniens. La majorité est exposée à l'inondation, ce qui semble assez logique. Un centre de santé constitue une infrastructure suffisamment vaste pour occuper une emprise au sol importante, ce qui implique de disposer d'une grande étendue d'un seul tenant de terrain plutôt plat pour le construire. Les parcelles qui ont ces caractéristiques se trouvent plutôt dans les lits majeurs des torrents. Quelques-unes sont sur des versants, mais qui sont alors souvent instables, exposés aux glissements de terrain.

En ramenant les centres de santé en nombre de lits exposés, l'analyse prend une autre dimension (tableau 7). Sur les 3 207 lits disponibles à La Paz, 37 % sont exposés à des aléas d'origine naturelle, la grande majorité à l'inondation. Ce qui signifie qu'en situation d'urgence et de crise provoquée par un événement d'origine naturelle, les responsables en charge de la gestion de la catastrophe ne disposeront sûrement pas de tous les centres de santé identifiés comme étant des ressources.

Tableau 7

Nombre de lits selon le statut du centre de santé et l'exposition à un aléa d'origine naturelle

Aléa d'origine naturel	% du nombre de lits			Total de lits disponibles	
	Centre public	Centre privé	Centre mutualiste	Nombre	%
Glissement	1	5,0	2,0	269	8
Inondation	10	3,0	16,0	914	29
Aucun	25	17,4	20,6	2 024	63
Total	**36**	**25,4**	**38,6**	**3 207**	**100**

Source : équipe PACIVUR, 2011

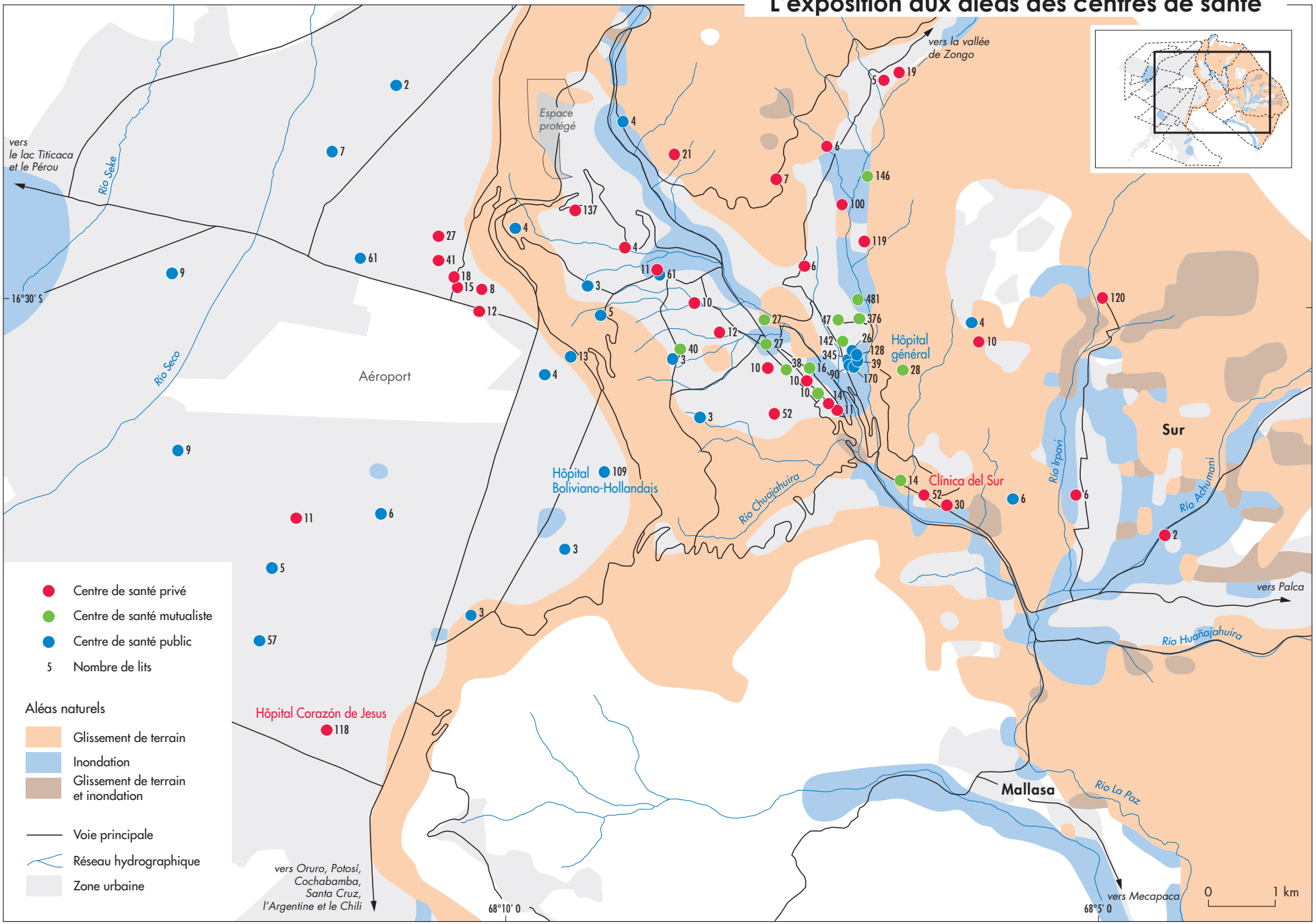
En regardant d'encore plus près, on se rend compte que 11 % des lits appartenant à des établissements publics sont exposés aux aléas d'origine naturelle. Ce sont autant de ressources susceptibles d'être non disponibles en cas de survenue d'un événement d'origine naturelle, qui amputeront la capacité des responsables à gérer la situation d'urgence et/ou de crise. Concrètement, la population la plus pauvre, qui ne peut être soignée que dans des centres publics sera donc globalement encore plus vulnérable en cas de catastrophe puisque les moyens d'être soignés sont susceptibles d'être diminués. Le bilan est encore plus alarmant avec les lits des centres de santé appartenant au secteur mutualiste puisque 18 % d'entre eux sont susceptibles de ne pas fonctionner en cas de survenue d'un événement d'origine naturelle. Le secteur privé n'est pas en reste puisque 8 % des lits de ses centres sont susceptibles de ne pas fonctionner.

Une deuxième lecture, qui met dans l'espace ces données, permet de dessiner les contours de territoires. Par exemple, dans le district Sur de La Paz, tous les centres de santé, quel que soit leur statut sont exposés aux aléas d'origine naturelle. Des capacités importantes sont perdues comme les 52 lits de la *Clínica del Sur*, pourtant très bien équipée et disposant d'un personnel très compétent. Le district de Mallasa n'en possède même pas un. En cas de catastrophe de grande ampleur, cette population devra donc être soignée ailleurs. Les versants est et surtout ouest disposent de centres de santé *a priori* non exposés qui devraient continuer à fonctionner en cas de catastrophe. Plus vraisemblablement, la population refluera *a priori* plutôt vers l'hôpital général à Miraflores, à condition que les voies de circulation le permettent. Or, en février 2002, l'orage de grêle avait justement interrompu toute circulation entre la partie sud et le reste de la ville. Paradoxalement, l'espace le plus riche de la ville apparaît donc comme très vulnérable sur le plan de l'attention médicale d'urgence et de crise. Il devient dépendant d'espaces plus pauvres.

Le constat de la dépendance d'espaces riches à l'égard d'espaces plus pauvres peut être étendu à l'ensemble de l'agglomération. En cas de situation d'urgence et de crise provoquée par un événement d'origine naturelle de grande ampleur, les centres de santé d'El Alto, pourtant moins bien dotés que ceux de La Paz deviennent intéressants. L'en bas de l'agglomération devient ainsi dépendant de l'en haut pour se soigner, aussi bien dans des centres publics comme l'hôpital Boliviano-Hollandais que dans des centres privés comme l'hôpital Corazón de Jesus. L'en haut devient un territoire disposant de ressources susceptibles de porter secours aux territoires vulnérables de l'en bas. Par exemple, cette possibilité ouvre des perspectives au regard de l'isolement possible de la partie sud de la ville par rapport à Miraflores. En effet, une route relie la partie sud au plateau alténien sans passer par le centre, permettant à la population vulnérable du sud de se faire soigner facilement à El Alto. L'isolement de la partie sud de La Paz pourrait donc être réduit en permettant la gestion des risques à l'échelle de l'agglomération.

Enfin, la carte indique en filigrane des pistes d'aménagements très utiles à mener : protéger les centres de santé existants pour éviter de les perdre en cas de catastrophe ou, pourquoi pas, bien réfléchir aux lieux de construction des nouveaux. Et pas seulement en termes d'expositions aux aléas naturels, mais aussi en prenant en compte les aléas anthropiques et les relations entre les territoires qui ont besoin de secours et ceux qui disposent des ressources pour secourir.

L'exposition aux aléas des centres de santé



© IRD 2013

Sources : GAMLP, 2011 ; GAMEA, 2011 ; SEDES La Paz, 2010

L'accessibilité des centres de santé
Planche 31

Si l'exposition aux aléas constitue un facteur finalement déjà assez classique pour mesurer la vulnérabilité des ressources de gestion de crise (D'Ercole *et al.*, 2011), prendre en compte l'accessibilité comme autre facteur de vulnérabilité apporte un précieux complément pour comprendre la vulnérabilité territoriale. La carte de l'accessibilité des ressources de santé l'illustre parfaitement.

Cette carte est un croisement de deux cartes déjà précédemment présentées : celle sur l'accessibilité et celle sur les centres de santé. Ce croisement de données présente l'intérêt de montrer que certains centres de santé qui sont grâce à leurs caractéristiques médicales intéressants pour gérer une situation d'urgence et de crise, sont en fait susceptibles de jouer un rôle mineur en cas de survenue d'un événement catastrophique, voire même dans une situation normale, à cause de leur niveau d'accessibilité. Pour le comprendre, l'analyse portera sur le nombre de lits des centres de santé et leur accessibilité.

À petite échelle, sur un total de 3 207 lits répartis dans l'agglomération de La Paz, à peine 23 % appartiennent à des centres de santé localisés dans des espaces qui présentent une bonne accessibilité (tableau 8). Il s'agit de centres de santé situés sur les versants ouest de La Paz et au sud de l'aéroport d'El Alto. À l'exception de quelques centres – hôpital Córazon de Jesus, hôpital Boliviano-Hollandais, hôpital policier Villa de Copacabana, hôpital Juan XXIII, hôpital La Paz – il s'agit plutôt de centres de santé qui ne présentent pas un fort intérêt puisque leur nombre de lits est souvent très inférieur à 50. En revanche, l'ensemble des trois centres publics, deux à El Alto et un à La Paz, cumulent un nombre de lits suffisamment important pour garantir un bon accès des patients aux soins, en situation normale et encore plus en situation d'urgence et de crise.

Tableau 8

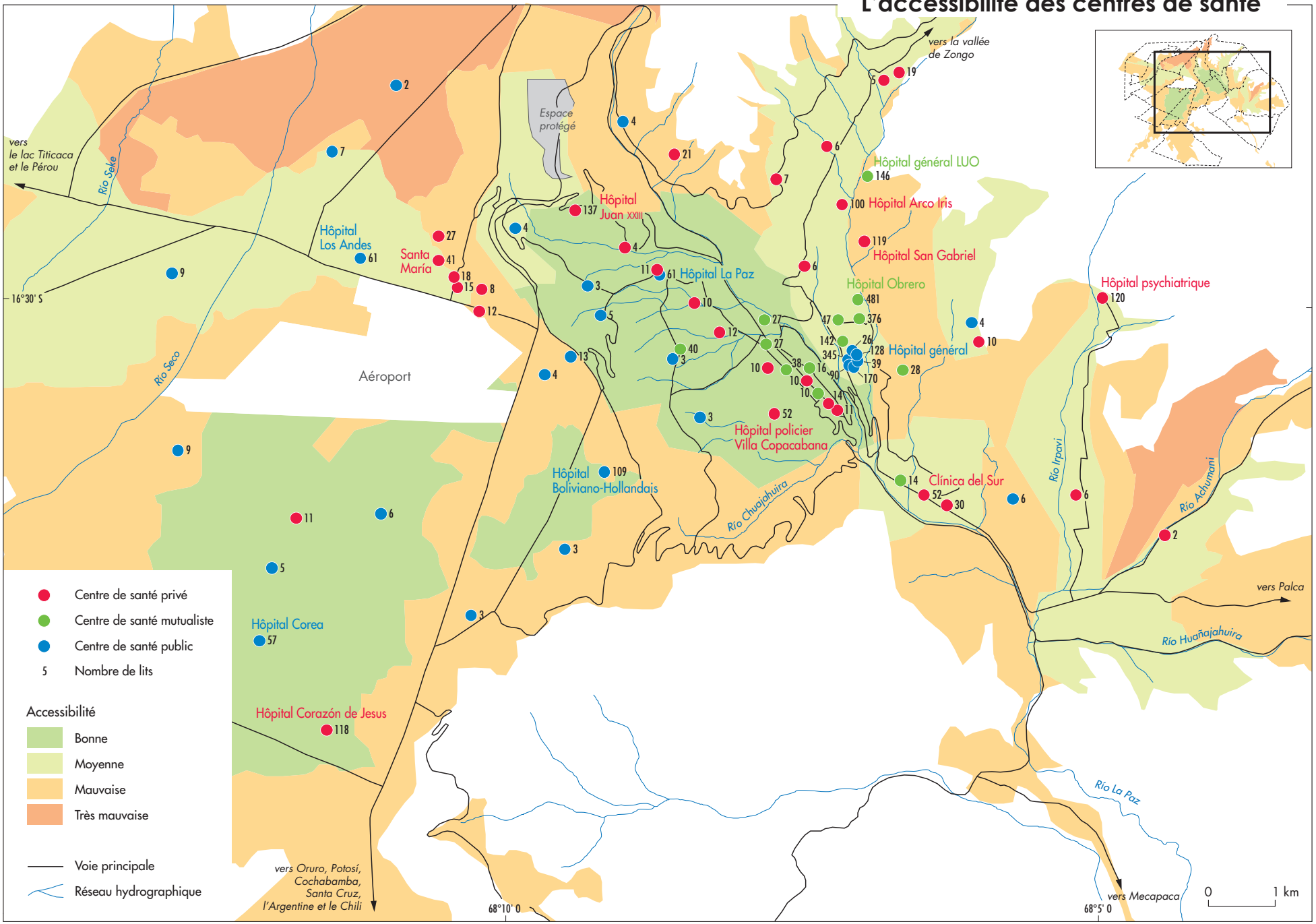
Nombre de lits selon le statut du centre de santé et les niveaux d'accessibilité des espaces

Niveaux d'accessibilité	Nombre de lits			Total de lits disponibles	
	Centre public	Centre privé	Centre mutualiste	Nombre	%
Bon	158	410	169	735	22,9
Moyen	808	341	919	2 067	64,5
Mauvais	157	84	159	403	12,5
Très mauvais	2	0	0	2	0,1
Total	**1 125**	**835**	**1 247**	**3 207**	**100,0**

Source : équipe PACIVUR, 2011

La majorité des lits (64,5 %) sont localisés dans des espaces considérés comme à l'accessibilité moyenne. Il s'agit notamment des centres situés à Miraflores autour de l'hôpital général. Le nombre de lits appartenant à des centres publics, mais aussi à des centres mutualistes (hôpital Obrero) et privés (hôpital Arco Iris) fait de Miraflores un territoire ressource dans le domaine des soins d'urgence. Cette caractéristique mise en valeur par l'analyse territoriale menée ici milite pour recommander aux différents acteurs de la gestion des risques d'œuvrer intelligemment en commun au renforcement de l'accessibilité de ce territoire très important pour toute l'agglomération pacénienne, encore plus en situation normale. D'autant plus que l'analyse menée avec la planche 30 a mis en exergue une autre fragilité de ce territoire ressource. En effet, si le complexe de soins autour de l'hôpital général n'est pas exposé aux aléas, ce n'est pas le cas des espaces qui l'environnent. Par conséquent, son accessibilité pourrait être affectée par transmission de la vulnérabilité des espaces qui l'entourent (Metzger et D'Ercole, 2009b). Par ailleurs, les difficultés de circulation peuvent également, par transmission, rendre vulnérable ce territoire ressource (illustration 44).

L'accessibilité des centres de santé



© IRD 2013

Sources : GAMLP, 2011 ; GAMEA, 2011 ; SEDES La Paz, 2010

Illustration 44

L'encombrement des routes fragilise un accès rapide aux ressources de santé en situation de catastrophe.

© IRD/S. Hardy

La partie sud de La Paz constitue également un espace intéressant à analyser puisqu'aucun lit n'est public (*Clínica del Sur*) et/ou trop spécialisé pour être véritablement utile pour accueillir des patients dans une situation d'urgence et de crise (hôpital psychiatrique). Par ailleurs, la planche 30 a déjà souligné qu'ils étaient dans des espaces exposés aux aléas d'origine naturelle. La population de cette partie de la ville, bien que plutôt riche, est donc fortement dépendante d'autres territoires pour la gestion des soins d'urgence. Sauf que pour accéder aux territoires qui présentent un intérêt pour les soins d'urgence, notamment Miraflores, il faut traverser des espaces qui présentent une accessibilité mauvaise, voire très mauvaise. Cet argument milite en faveur d'un renforcement de l'accessibilité et/ou de la création d'un centre de santé ouvert à tout public dans cette partie de la ville.

À El Alto, les lits dont l'accessibilité est bonne sont aussi assez particuliers. Il s'agit souvent de petits centres de santé de statut privé (Santa María). Le seul centre avec un nombre de lits conséquent et public est assez inintéressant pour la gestion d'une situation d'urgence puisque trop spécialisé : il s'agit d'une maternité, l'hôpital Los Andes.

Les espaces où l'accessibilité est mauvaise, voire très mauvaise hébergent peu de lits : 405. En revanche, leur localisation, plutôt dans les périphéries de l'agglomération – versants orientaux de La Paz et districts éloignés de l'aéroport à El Alto –, dans des espaces à l'accessibilité très réduite, leur confère un rôle important puisque la population qui vit dans ces espaces aura du mal à se déplacer en dehors de ces espaces pour recevoir des soins en cas de situation d'urgence et/ou de crise. À El Alto, ces lits sont publics, mais en nombre très insuffisants. À La Paz, ils appartiennent à des centres mutualistes ou privés (hôpital général LUO et hôpital San Gabriel). Dans ces deux cas de figure, réfléchir à leur accès en situation d'urgence permettra aux responsables des risques de mieux anticiper la gestion d'une situation d'urgence et de crise. La réflexion peut amener par exemple à décentraliser les soins directement sur les lieux où les patients en ont besoin (refuges, lieux de survenue des dommages, etc.).

Une analyse territoriale menée autour d'un thème, ici les centres de santé et leur niveau d'accessibilité, fournit donc aux responsables des risques les multiples raisons de la vulnérabilité des territoires qu'ils gèrent. Ils peuvent assez facilement en tirer les grandes lignes des recommandations à mettre en œuvre pour réduire la vulnérabilité des territoires : à la fois celle des territoires qui ont besoin d'être secourus en réfléchissant à l'amélioration de leur accessibilité ou à la création d'une ressource utile dans le domaine des soins d'urgence, et celle des territoires qui possèdent les ressources de résolution de crise pour lesquels il faut réduire les fragilités constatées. Ce type d'analyse de la vulnérabilité territoriale constitue donc un outil de connaissance des territoires et d'aide à la décision dans la gestion des risques.

L'accessibilité du Centre d'opération des urgences (COE)

Planche 32

Le GAMLP a fait preuve d'une grande volonté en mettant sur pied, suite à l'orage de grêle du 19 février 2002, un COE municipal. Il semble ainsi mieux préparé pour faire face aux situations d'urgence. Toutefois, les autorités municipales, pacéniennes et alténiennes, considèrent trop souvent qu'en ayant mis en place, comme la législation bolivienne leur impose, un système de gestion des risques matérialisé par leur Centre d'opération des urgences (COE), elles sont désormais en mesurer de gérer efficacement les catastrophes. S'il est vrai que les municipalités de La Paz et d'El Alto ont chacune mis en place un COE, notamment à partir des retours d'expériences sur la gestion de catastrophes passées, elles n'ont pas forcément réfléchi à la vulnérabilité de la structure elle-même. Or, prendre en compte cette vulnérabilité permet de mettre à jour des fragilités territoriales, d'anticiper de la sorte d'éventuels problèmes, ce qui permet d'œuvrer à les surmonter ou tout au moins, à réduire leurs conséquences. L'analyse de la carte de l'accessibilité du COE invite à mener un tel travail.

La gestion d'une situation d'urgence et de crise implique que les acteurs du COE puissent intervenir le plus efficacement possible. Dans cet objectif, ils doivent être le moins affectés possible par l'événement ayant causé des dommages. Or, l'organisation du COE de La Paz, encore plus celui d'El Alto, est encore très théorique et de nombreux problèmes doivent être mis en avant afin de réduire leurs faiblesses détectables. En cartographiant les données du COE municipal et en les croisant avec d'autres données, on peut facilement en mettre quelques-unes en évidence. Partant de ce postulat, on peut superposer les données de localisation des acteurs du COE avec celles de l'accessibilité des espaces dont la cartographie a été réalisée par l'équipe PACIVUR de l'IRD. La carte ainsi réalisée indique que la grande majorité des acteurs du COE (70 sur 120) (tableau 9) est localisée dans des espaces où l'accessibilité est bonne et qu'aucun n'occupe un espace où l'accessibilité est très mauvaise. Il est notamment rassurant d'observer que le lieu de la prise de décision municipale en situation d'urgence, la mairie, est dans un espace à bonne accessibilité.

Tableau 9

Nombre d'acteurs selon les niveaux d'accessibilité des espaces

Niveaux d'accessibilité	Nombre d'acteurs	% du nombre d'acteurs
Bon	70	58,4
Moyen	25	20,8
Mauvais	25	20,8
Total	**120**	**100,0**

Source : équipe PACIVUR, 2011

Il en est de même avec d'autres lieux de prise de décision comme celui qui abrite les principales agences de l'ONU (OPS, PAM, etc.), les services de télécommunications comme l'entreprise COTEL ou les services déconcentrés du ministère de la Santé avec le SEDES La Paz (illustration 45). Les espaces à bonne accessibilité hébergent également des acteurs opérationnels dont le rôle est essentiel dans la gestion des catastrophes comme la Direction des risques du GAMLP, la caserne des pompiers d'Antofagasta, le groupe de secourisme des Forces armées navales. À El Alto, ce sont les pompiers de la caserne d'El Alto, les services opérationnels du COE du GAMEA qui sont localisés dans des espaces à bonne accessibilité. Cette première lecture de la carte rassure sur la capacité des COE respectifs des deux municipalités à fonctionner.

Illustration 45

Les refuges du COE destinés à héberger les populations sinistrées ne sont efficaces qu'à la condition d'être facilement accessibles en situation de crise.

© IRD/S. Hardy

Pourtant, il y a tout de même 50 acteurs (près de 42 %) qui sont installés dans des espaces où l'accessibilité est moyenne à mauvaise. Cette observation étonne par rapport à l'importance qu'ont ces acteurs dans la résolution d'une situation d'urgence et de crise. S'ils sont membres des COE, c'est qu'on attend d'eux qu'ils soient capables de jouer leur rôle, quelles que soient les situations. À El Alto, le lieu de la prise de décision municipale est dans une zone d'accessibilité mauvaise. À La Paz, ce sont les services d'intervention d'urgence (GAEM) de la municipalité, les services d'intervention d'urgence municipaux (Bravo 1 et 2 Sur) déconcentrés dans la partie sud de la ville, la caserne des pompiers Los Pinos, entre autres, qui ont une accessibilité moyenne à mauvaise. Il s'agit donc d'acteurs opérationnels très importants. Qu'ils faillissent dans l'accomplissement de leurs actions de gestion des catastrophes parce qu'ils sont bloqués dans leur espace et c'est toute la partie sud de la ville de La Paz qui sera très affectée, car dépourvue de très nombreuses capacités de secours.

Une autre lecture montre aussi que les services de police sont de très loin l'acteur rendu le plus vulnérable par le critère de l'accessibilité (tableau 10). Ce constat encourage donc à faire des choix sur les actions de gestion des risques à mener à moyen et long termes pour remédier aux problèmes identifiés.

L'analyse à petite échelle souligne qu'il serait illusoire d'attendre des renforts des acteurs situés dans les lieux où l'accessibilité est bonne. En effet, dans le cas des pompiers par exemple, ceux de la caserne Antofagasta doivent traverser des espaces à moyenne ou mauvaise accessibilité s'ils doivent se rendre dans la partie sud de la ville pour porter secours. Ils sont donc opérationnels, mais dans un territoire d'action limité par le niveau d'accessibilité des espaces.

Tableau 10

Nombre d'acteurs du COE selon leurs fonctions et leurs niveaux d'accessibilité

Niveaux d'accessibilité	Services municipaux	Caserne des Forces armées	Caserne de pompiers	Autres services	Police	Total
Bon	11	9	2	16	32	**70**
Moyen	5	6	0	4	10	**25**
Mauvais	6	2	1	0	16	**25**
Total	**22**	**17**	**3**	**20**	**58**	**120**

Source : équipe PACIVUR, 2011

L'accessibilité du Centre d'opération des urgences (COE)

District 5
District 6
Espace protégé
vers le lac Titicaca et le Pérou
Río Seke
Río Seco
16°30' S
vers la vallée de Zongo
SAR navale
Direction des risques
COTEL
Caserne Antofagasta
GAMLP Mairie
SEDES La Paz
ONU
Aéroport
Caserne El Alto
COE GAMEA
GAMEA Mairie
Río Chuojahuira
Río Irpavi
Meseta de Achumani
Río Achumani
Direction du matériel
Bravo Sur 1
vers Palca
Bravo Sur 2
Caserne Los Pinos
Río Huañajahuira
Mallasa
Río La Paz
vers Oruro, Potosí, Cochabamba, Santa Cruz, l'Argentine et le Chili
68°10' O
vers Mecapaca
68°5' O
0 1 km

Acteurs du COE	Niveau d'intervention	
	Opérationnel	Politique
Services municipaux	●	◆
Caserne des Forces armées boliviennes	●	◆
Caserne de pompiers	●	
Autres services (eau, électricité…)	●	◆
Police	●	

Accessibilité
- Bonne
- Moyenne
- Mauvaise
- Très mauvaise

Mallasa Quartier
Voie principale
Réseau hydrographique

© IRD 2013

Sources : GAMLP, 2011 ; GAMEA, 2011 ; SEDES La Paz, 2010

Toujours d'un point de vue global, de vastes espaces périphériques non seulement présentent un mauvais, voire très mauvais niveau d'accessibilité et sont en plus dépourvus sur place d'acteurs de secours : les parties nord des districts 5 et 6 d'El Alto, Mallasa et Meseta de Achumani à La Paz. Dans ces territoires, en cas de survenue d'un événement catastrophique, non seulement la population ne dispose d'aucun secours sur place, mais elle ne peut même pas espérer obtenir facilement et rapidement des secours venant de l'extérieur.

Les mêmes conclusions peuvent être faites à El Alto où, dans l'ensemble, les acteurs du COE n'ont qu'un accès très dégradé au reste des espaces municipaux pour leur porter secours.

Par ailleurs, pour prendre tout leur sens, ces premières analyses doivent encore dans un second temps être croisées avec d'autres données. Par exemple, celles de l'exposition aux aléas d'origine naturelle. On se rend alors immédiatement compte d'autres faiblesses qui se cumulent. Par exemple, la mairie du GAMLP qui héberge le niveau politique de prise de décision du COE se situe dans un espace exposé à l'aléa inondation. Cette situation peut compliquer le fonctionnement du niveau politique du COE (perte subite de l'accessibilité depuis/vers la mairie, perte des moyens de télécommunication, etc.) en cas d'inondation.

Évidemment, ce sont des scénarii qui impliquent l'interaction simultanée de nombreux facteurs pour se réaliser. Toutefois, dans la perspective de la préparation à faire face à un accident ou à un désastre, ces scénarii qui intègrent l'accessibilité doivent être pris en compte pour régler les faiblesses qui ne rendraient pas optimal le fonctionnement de l'outil COE. Établir un acteur responsable d'une activité de secours est une avancée dans la gestion des risques, mais l'action reste vaine si elle n'intègre pas le fonctionnement de cet acteur dans l'espace (illustration 46). Dans ce cas de figure, une réflexion sur la gouvernance à l'échelle de l'agglomération, aiderait très certainement à résoudre de nombreux problèmes de localisation des acteurs nécessaires et impliqués dans la gestion des catastrophes.

Illustration 46

La logistique pendant une catastrophe implique que l'accessibilité entre les espaces affectés et les espaces où se trouvent des ressources de secours soit optimale.

© IRD/S. Hardy

Conclusion générale

L'*Atlas de la vulnérabilité de l'agglomération de La Paz* ne constitue pas un ouvrage recensant de manière exhaustive les facteurs de vulnérabilité identifiables dans ce territoire. Il n'en aborde que quelques-uns, en fonction des données qu'il a été possible de collecter et d'homogénéiser entre les deux principales municipalités de l'agglomération, les met parfois en interaction afin de comparer les espaces et de souligner la complexité de la construction de la vulnérabilité et par conséquent, des moyens à mettre en œuvre pour la réduire.

Il trace les contours de recommandations à partir desquelles les décideurs en charge de la gestion du tissu urbain pacénien ont de véritables raisons, pour les bénéfices qu'ils peuvent en tirer, de travailler ensemble. Car la principale recommandation tient dans cette nécessité d'aborder la gestion urbaine à l'échelle de l'agglomération. L'analyse du fonctionnement urbain et des risques constitue de ce point de vue une excellente entrée, susceptible de faire consensus, pour mettre en route ces travaux communs aux deux principales municipalités qui composent l'agglomération. Ce qu'apporte cet atlas, c'est cette vision d'ensemble, à partir de quelques thèmes, du fonctionnement unifié ou qui gagnerait à être unifié entre l'en bas et l'en haut qui font l'agglomération. Il existait bien entendu déjà des atlas, notamment l'*Atlas del municipio de La Paz* et *El Alto, desde una perspectiva poblacional*, mais aucun ne portait un regard d'ensemble sur l'agglomération et donc sur ce qui fait agglomération.

Tous les thèmes qui sont abordés dans cet atlas soulignent combien la gestion d'une situation de crise est une problématique complexe. Alors que le nombre de catastrophes et les dommages ne cessent d'augmenter, que la gestion des crises s'avère souvent problématique, la réflexion dans ce domaine demeure finalement peu développée, notamment à l'échelle de l'agglomération. Pourtant, les crises mettent en évidence les défauts de prévision, de préparation, la méconnaissance des lieux affectés et de leurs capacités à gérer des situations d'urgence et de crise, la mauvaise articulation entre le niveau national et/entre les échelons municipaux, entre les autorités et la population. Ce sont des faits très concrets, qui parlent aux gestionnaires urbains. Ces conditions débouchent alors sur une improvisation de la gestion de l'urgence non appuyée sur des connaissances solides, notamment sur les dimensions spatiales et territoriales qui permettent d'éclairer la complexité des situations d'urgence et l'incertitude qui les caractérise. Les besoins concrets des populations sont ainsi rarement questionnés, au profit d'un processus plutôt mécanique de la gestion de la situation d'urgence.

L'*Atlas de la vulnérabilité de l'agglomération de La Paz* a donc cherché à créer des connaissances nouvelles, élaborées progressivement pendant presque 6 ans, pour aider à combler les lacunes évoquées ci-dessus. Il est le produit de travaux de recherche menés en commun avec les acteurs de terrain, en premier lieu les partenaires du projet de recherche, le GAMLP et le GAMEA, pour comprendre leurs besoins et les aider à construire avec eux des réponses à ces besoins, pour favoriser leur appropriation des nouvelles connaissances créées. Le premier objectif de cet atlas est donc de restituer une partie des travaux de recherche menés qui ont été fondés sur le constat simple que pour être efficace, la gestion d'une situation de crise, et d'une politique de gestion des risques plus largement, doit être concrète et émaner des besoins et des ressources locaux.

Une forme de restitution sous forme d'atlas privilégie la dimension opérationnelle des travaux, applicable par les décideurs en charge des questions de risque. Elle s'est largement appuyée sur la géomatique et les cartes qui en ont résulté ont donné lieu à cet atlas.

L'atlas est donc en quelque sorte un outil proposé aux partenaires, qui se veut pédagogique et utile. La construction d'une base de données adossée à l'outil a favorisé les processus participatifs de différents acteurs impliqués dans le fonctionnement urbain et la gestion des risques, ce qui a permis de dégager une connaissance d'une part, sur la répartition des lieux ressources de gestion de crise et d'autre part, sur la distribution des espaces vulnérables sur le territoire de l'agglomération pacénienne. Par conséquent, ces dimensions territoriales de la gestion de crise ont fait entrer dans l'analyse des questions posées par les acteurs qui détiennent ces ressources ou qui occupent ces espaces vulnérables. Les résultats des travaux sont encore partiels, voire imparfaits, mais les travaux ont fourni le prétexte d'une réflexion sur une démarche différente pour aborder les risques en milieu urbain.

Nous sommes conscients des limites opérationnelles de l'exercice de restitution de travaux de recherche sous la forme d'un atlas. La gouvernance d'une agglomération ne se décrète en effet pas à partir de recommandations issues de travaux de recherche. Elle se construit à son rythme. Mais elle se construit aussi quand le tissu urbain apparaît en danger.

Par exemple, en février 2002 lorsqu'un orage de grêle a endommagé la ville de La Paz, El Alto a joué son rôle dans la gestion des risques dans la municipalité voisine, notamment en fournissant des terrains où héberger les sinistrés sur la longue durée. En août 2008, quand la fonction de siège du gouvernement a failli être perdue au profit d'une autre ville bolivienne, El Alto, indirectement menacée, s'est solidarisée avec La Paz, la population n'en faisant qu'une seule, celle de l'agglomération pacénienne.

Or, en fournissant des cartes sur ce qui met en danger le tissu urbain, l'atlas suggère sans toutefois les imposer, les sujets très pratiques sur lesquels les décideurs peuvent rapidement progresser en travaillant conjointement.

La restitution des principaux résultats d'un projet de recherche sous la forme d'un atlas de la vulnérabilité a donc tenté de mettre en valeur les spécificités d'un tissu urbain très largement singulier, composé d'un en haut et d'un en bas, pour démontrer qu'il forme finalement un tout, indissociable.

Liste des sigles

AE – *Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad*
BCEOM – Bureau central d'études pour les équipements d'outre-mer
B.E.R.S.A. – *Brigada Especial de Rescate, Salvamento y Auxilio*
BRGM – Bureau de recherche géologique et minière
Bs – Boliviano
CNS – *Caja Nacional de Salud*
COBEE – *Compañía Boliviana de Energía Eléctrica*
COE – *Centro de Operación de Emergencia*
COEB – *Centro de Operación de Emergencia de Barrio*
COEM – *Centro de Operación de Emergencia de Macrodistrito*
COTEL – *Cooperativa de Teléfonos Automáticos La Paz*
CUC – *Casco Urbano Central* (district Centro)
DIPECHO – *Disaster Preparedness of the European Community Humanitarian Office*
ECHO – *European Community Humanitarian Office*
ELECTROPAZ – *Electricidad de La Paz*
EPSAS S.A. – *Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento, Sociedad Autónoma*
GAEM – *Grupo de Atención de Emergencia Municipal*
GAMEA – *Gobierno Autónomo Municipal de El Alto* (ex-GMEA)
GAMLP – *Gobierno Autónomo Municipal de La Paz* (ex-GMLP)
HB – *Hidroeléctrica Boliviana*
IFEA – Institut français d'études andines
IGM – *Instituto Geográfico Militar*
INE – *Instituto Nacional de Estadística*
IRD – Institut de recherche pour le développement
LAB – *Lloyd Aéreo Boliviano*
MNR – *Movimiento Nacionalista Revolucionario*
ONG – Organisation non gouvernementale
ONU – Organisation des Nations unies
OPS – *Organización Panamericana de la Salud*
OTB – *Organización Territorial de Base*
PACIVUR – *Programa Andino de Capacitación e investigación sobre la Vulnerabilidad y los Riesgos en medio urbano*
PAM – Programme alimentaire mondial
PCA – *Prudencio Claros y Asociados*
PDU – *Plan de Desarrollo Urbano*
PNB – *Policía Nacional Boliviana*
Prodig – Pôle de recherche pour l'organisation et la diffusion de l'information géographique (Unité mixte de recherche 8586 Paris 1-Panthéon-Sorbonne, Paris 7, IRD, CNRS, AgroParisTech, EPHE)
SABSA – *Servicio Aeropuerto de Bolivia, Sociedad Autónoma*
SAMAPA – *Servicio Autónomo Municipal de Agua Potable y Alcantarillado*
SAR – *Search and Rescue*
SAT – *Sistema de Alerta Temprana*
SEDES – *Servicio Departamental de Salud*
SEDUCA – *Servicio Departamental de Educación*
SENAHMI – *Sercivio Nacional de Meteorología e Hidrología*
SIN – *Sistema Interconectado Nacional*
SIREMU – *Sistema de Regulación Municipal (GAMLP)*
USPA – *Usos de Suelo y Patrones de Asentamiento*
YPFB – *Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos*

Bibliographie

Acquier Aurélien, Gand Sébastien, Szpirglas Mathias,
2008 – From Stakeholder to StakeSholder Management in Crisis Episodes: A Case Study in a Public Transportation Company. ***Journal of Contingencies and Crisis Management***, 16 (2) : 101-114.

AE,
2010 – *Anuario estadístico 2008-2009*. La Paz, AE, 252 p.

Arbona Juan, Kohl Benjamin,
2004 – City profile. La Paz-El Alto. ***Cities***, 21 (3) : 255-265.

Ayalá Rodolfo, Maldonado Heinz, Huanca Tito,
2004 – *Mapa de riesgo socio natural específico de la ciudad de La Paz: memoria explicativa*. La Paz, OM Técnica, GMLP, 59 p.

Baby Virginie,
1995 – *El Alto de La Paz, un bidonville d'altitude au cœur de l'Amérique latine*. Nanterre, Mémoire de DEA, université Paris X, 142 p.

Barret Chloé,
2009 – *Vulnérabilité du système d'approvisionnement en eau potable de La Paz. Sous-système Achachicala et Pampahasi*. Chambéry, Mémoire de Master 1, université de Savoie, 110 p.

Beck Ulrich,
2001 – *La société du risque. Sur la voie d'une autre modernité*. Paris, Éditions Flammarion, 521 p.

Benavides Edgar,
2005 – *Metropolización en Bolivia*. La Paz, CODEPO, 226 p.

Berger Juliette, Hamidi Leïla,
2011 – *Quelle gestion des déchets pour l'agglomération La Paz-El Alto (Bolivie) ?* Tours, Poster, université de Tours.

Blaikie Piers, Cannon Terry, Davis Ian, Wisner Ben,
1994 – *At Risk. Natural people's vulnerability, and disasters*. London, Routledge, 280 p.

Blanes José,
2006 – *Bolivia, áreas metropolitanas en clave de desarrollo y autonomía*. La Paz, FES-ILDIS, 105 p.

Bourbon Adrien,
2010 – *La vulnérabilité de l'approvisionnement électrique de la métropole de La Paz (Bolivie)*. Paris, Mémoire de Master 2, université Paris 1-Panthéon-Sorbonne, 112 p.

Bourges Jacques, Ribstein Pierre, Dietze Carlos, Guyot Jean-Loup, Hoorelbeck Robert,
1995 – Flux et crues singulières d'un petit cours d'eau andin ou les effets pervers de l'urbanisation. ***Revue de géographie alpine***, 1 : 111-126.

BRGM, BCEOM, PCA,
1977 – *Plan de desarrollo urbano-ciudad de La Paz*. La Paz, HAM, 43 tomes.

Chol Gauthier,
2009 – *La détermination des éléments essentiels en termes de gestion de crise, une première étape nécessaire pour un projet urbain raisonné : application au domaine de la santé dans la ville de La Paz (Bolivie)*. Montpellier, Mémoire de Master 1, université Paul Valéry-Montpellier III, 150 p.

Cochet Laurent,
2009 – *La sécurisation du sous-système d'approvisionnement en eau d'El Alto (Bolivie) à l'épreuve du climat*. Grenoble, Mémoire de Master 2, université Pierre Mendès France-Grenoble II, 92 p.

Combaz Élodie,
2007 – *Le relogement des populations sinistrées de la municipalité de La Paz. Contextes, évolutions, et impacts des pratiques de relogement de trois catastrophes : la granizada (2002), Llojeta (2003) et German Jordan (1997)*. Aix-en-Provence, Mémoire de Master 1, université Aix-Marseille 1, 107 p.

Conde Adhemar,
2012 – *Elementos esenciales y vulnerabilidad de la atención médica en situación de emergencia o crisis en la aglomeración La Paz-El Alto*. La Paz, Memoria de Maestría, Universidad Mayor San Andrés, 100 p.

Crichton Margaret, Ramsay Cameron, Kelly Terence,
2009 – Enhancing Organizational Resilience Through Emergency Planning: Learnings from Cross-Sectoral Lessons. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 17 (1) : 24-37.

Cuadros Alvaro,
2003 – *La Paz*. La Paz, UMSA-Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes.

Dauphiné André, Provitolo Damienne,
2007 – La résilience : un concept pour la gestion des risques. *Annales de géographie*, 654 : 115-125.

Davis Mike,
2006 – *Le pire des mondes possibles. De l'explosion urbaine au bidonville global*. Paris, Éditions La Découverte, 250 p.

D'Ercole Robert, Hardy Sébastien, Metzger Pascale, Robert Jérémy,
2009a – Vulnerabilidades urbanas en los países andinos (Bolivia, Ecuador, Perú). *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 38 (3), 576 p.

D'Ercole Robert, Hardy Sébastien, Robert Jérémy,
2009b – 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.

D'Ercole Robert, Metzger Pascale, Robert Jérémy, Hardy Sébastien, Gluski Pauline, Vernier Pierre, Sierra Alexis, Perfettini Hugo, Guillier Bertrand,
2011 – *Recursos de respuesta inmediata y de recuperación temprana ante la ocurrencia de un sismo y/o tsunami en Lima Metropolitana y Callao - Estudio SIRAD, Proyecto "Preparación ante desastre sísmico y/o tsunami y recuperación temprana en Lima y Callao"*. Lima, ECHO/PNUD/INDECI/COOPI/IRD, 184 p.

Diaz Olvera Lourdes, Plat Didier, Pochet Pascal,
2002 – « Étalement urbain, situations de pauvreté et accès à la ville en Afrique subsaharienne. L'exemple de Niamey ». *In* Bussiere Y., Madre J.-L., (eds) : *Démographie et transport : villes du Nord et villes du Sud*, Paris, L'Harmattan : 147-175.

Dubois-Maury Jocelyne, Chaline Claude,
2002 – *Les risques urbains*. Paris, Éditions Armand Colin, 208 p.

Durán Jaime, Arias Karen, Rodriguez Marcelo,
2007 – *Aunque en la punta del cerro. Vivienda y desarrollo de la Ciudad de El Alto*. La Paz, PIEB, 116 p.

Eichholz Michael,
2010 – *Regulation und Krise der Wasserversorgung in La Paz (Bolivien). Analyse des Potentials dezentraler Wasserkooperativen aus sozial-ökologischer Perspektive*. Bonn, Diplomarbeit, Geographisches Institut der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, 138 p.

Franqueville André,
2000 – *Du Cameroun à la Bolivie. Retours sur un itinéraire*. Paris, Karthala, 321 p.

Gallais Simon,
2010 – *Réalisation d'un programme de navigation simple sur carte urbaine en cas de crise*. Orléans, Mémoire de Master, université d'Orléans, 27 p.

García Linera Alvaro,
2006 – "Comunidades vecinales y lógica empresarial en la gestión del agua en la ciudad de El Alto". *In* Orozco Ramírez S., García Linera A., Stefanoni P. (eds) : ***No somos juguete de nadie… Análisis de la relación de movimientos sociales, recursos naturales, Estado y descentralización***, La Paz, Plural Editores : 247-322.

Garfias Sandra, Mazurek Hubert,
2005 – ***El Alto desde una perspectiva poblacional***. La Paz, CODEPO-IRD, 130 p.

Garfias Sandra, Mazurek Hubert, Arroyo Marcelo, Huanaquiri Nelson,
2006 – ***Atlas del municipio de La Paz. Una lectura sociodemográfica desde las Organisaciones territoriales de Base***. La Paz, CODEPO/GMLP/IRD, 172 p.

Getino Canseco Elena, Medinaceli Ximena,
2005 – ***El Alto: nueve aspectos que configuran la ciudad***. El Alto, Comisión europea, GMEA, Artes Gráficas Sagitario S.R.L., 280 p.

GMLP,
2005 – ***Dossier estadístico del municipio de La Paz 2000-2005***. La Paz, GMLP, 592 p.
2007 – ***Catálogo de instrumentos en gestión municipal para la reducción de riesgos y preparación ante emergencias***. La Paz, PNUD, 74 p.
2010 – ***Compendio estadístico del Bicentenario (2000-2009)***. La Paz, GMLP, 1168 p.

Hardy Sébastien,
2008 – ***Estudio de identificación de zonas de riesgos en los distritos 5 y 6 Ciudad de El Alto. Construcción de los mapas y comentarios***. La Paz, COOPI/ECHO, 61 p.
2009a – Modificar la definición del riesgo para que la investigación sea verdaderamente aplicable. Demostración a partir del caso de Managua. ***TRACE***, 56 : 57-75.
2009b – La vulnérabilité de l'approvisionnement en eau dans l'agglomération pacénienne. Le cas du sous-système El Alto. ***Cybergeo : European Journal of Geography***, [En ligne], Dossiers, Vulnérabilités urbaines au sud, document 457, mis en ligne le 20 mai 2009. URL : http://www.cybergeo.eu/index22270.html
2009c – Las políticas de gestión de riesgos en La Paz. Panorama y perspectivas. ***Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines***, 38 (3) : 755-775.
2009d – Evaluación y gestión de la vulnerabilidad de los distritos 5 y 6 del municipio de El Alto. ***Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines***, 38 (3) : 873-892.
2009e – Ruptura del aprovisionamiento de agua potable. Sistema Hampaturi-Pampahasi, La Paz, enero-febrero 2008. ***Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines***, 38 (3) : 545-560.
2009f – Granizada e inundación del 19 de febrero de 2002. Un modelo de crisis para la aglomeración de La Paz. ***Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines***, 38 (3) : 501-514.
2011 – Évolution des risques d'origine naturelle et de leur gestion à La Paz (Bolivie). ***Géologues***, 169 : 43-47.

INE,
2001 – ***Censo 2001. Población por organizaciones comunitarias y localidades***. La Paz, INE.
2008 – ***Bolivia: población total proyectada, 2005-2008***. La Paz, INE.

Jégouzo Jérémy,
2009 – ***Éléments institutionnels utiles à la gestion de situation d'urgence et/ou de crise sur les territoires urbains : l'exemple de la municipalité de La Paz***. Montpellier, Mémoire de Master, université de Montpellier 3, 83 p.

Kamouly Clément,
2012 – ***L'approvisionnement en gaz de l'agglomération pacénienne : un indicateur pour l'analyse socio-spatiale ?*** Lyon, Mémoire de Master 1, ENS LSH/université de Lyon, 81 p.

Lagadec Patrick,
2007 – Katrina : examen des rapports d'enquête - Tome 1 : "A Failure of Initiative", US House of Representative. ***Cahiers du Laboratoire d'Économétrie***, n° 2007-07, École Polytechnique, 140 p.

Lévy Jacques, Lussault Michel,
2003 – ***Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés***. Paris, Belin, 1034 p.

Lutz Leslie, Lindell Michael,
2008 – Incident Command System as a Response Model Within Emergency Operation Centers during Hurricane Rita. ***Journal of Contingencies and Crisis Management***, 16 (3) : 122-134.

Mayorga Fernando,
1997 – *¿Hegemonías? Democracia representativa y liderazgos locales*. La Paz, PIEB, 380 p.

Metzger Pascale, D'Ercole Robert,
2009a – 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 20 septembre 2013. URL : http://cybergeo.revues.org/22022 ; DOI : 10.4000/cybergeo.22022
2009b – Los mecanismos de transmisión de vulnerabilidad en el medio urbano. Primeros elementos de reflexión. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 38 (3) : 917-936.

Millon Lucie,
2010 – *Vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable de La Paz: subsistemas Achachicala y Pampahasi*. La Paz, informe PACIVUR, IRD, 81 p.

Montes De Oca Ismael,
2005 – *Enciclopedia geográfica de Bolivia*. La Paz, Editores Atenea, 871 p.

Nathan Fabien,
2009 – « Comprendre le risque et la vulnérabilité. Une perspective de sciences sociales à propos des risques de glissement de terrain à La Paz, Bolivie ». *In* Peltier A., Becerra S. (eds). *Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés,* Paris, Éditions L'Harmattan, 117-128.

Nuñez-Villalba Javier, Demoraes Florent,
2009 – El conocimiento de la vulnerabilidad de la red vial como herramienta de comprensión y reducción de la vulnerabilidad territorial: el caso de La Paz (Bolivia). *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 38 (3) : 827-848.

Obermaier Sébastien,
1999 – *Plan regulador de la ciudad de El Alto*. El Alto, BID, 81 p.

Peirera Kévin,
2007 – *Les vulnérabilités de l'approvisionnement en eau potable dans la ville d'El Alto. Une gestion durable dans un contexte de pauvreté ?* Aix-en-Provence, Mémoire de Master 1, université de Provence, 109 p.

Pelling Mark,
2003 – *The vulnerability of cities-natura1 disasters and social resilience*. London, James/Earthscan, 256 p.

Pernet Nicolas,
2007 – *La représentation des risques « naturels » à La Paz (Bolivie) : étude comparative à l'échelle des OTBs de 24 de Junio Següencoma, de Villa Armonía sector Mejillones et de German Jordan. Démocratie participative et gestion des risques « naturels » : un couple légitime ?* Aix-en-Provence, université de Provence, 155 p.

Pigeon Patrick,
2005 – *Géographie critique des risques*. Paris, Economica/Anthropos, 217 p.
2007 – *L'environnement au défi de l'urbanisation*. Rennes, PUR, 189 p.
2010 – Catastrophes dites naturelles, risques et développement durable : utilisations géographiques de la courbe de Farmer. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 10 Numéro 1, mis en ligne le 26 avril 2010, consulté le 19 septembre 2013. URL : http://vertigo.revues.org/9491 ; DOI : 10.4000/vertigo.9491

Poupeau Franck,
2007 – "Movilizaciones políticas y gestión de la penuria de agua en los distritos populares de El Alto, Bolivia". *In* Crespo C., Spronk S. (eds). *Después de las guerras del agua, movilizaciones políticas,* La Paz, CESU-UMSS, Plural Editores, 209-235.
2008 – *Carnets boliviens 1999-2007. Un goût de poussière*. Montreuil, Aux lieux d'être, 216 p.

Préioni Vincent,
2010 – *L'accessibilité, une donnée essentielle pour la gestion de crise. Le cas de La Paz*. Besançon, Mémoire de Master 2, IT-ISA, université de Franche-Comté, 106 p.

Quiroga Roger, Salamanca Luis, Espinoza José, Torrico Gualberto,
2008 – *Atlas amenazas, vulnerabilidades y riesgos de Bolivia*. La Paz, Plural Editores, 180 p.

Ramírez Edson, Mendoza Javier, Salas Edgar, Ribstein Pierre,
1995 – Régimen espacial y temporal de las precipitaciones en la cuenca de La Paz. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 24 (3) : 391-401.

Robert Jérémy,
2012 – *Pour une géographie de la gestion de crise : de l'accessibilité aux soins d'urgence à la vulnérabilité du territoire à Lima*. Grenoble, Thèse nouveau régime, université de Grenoble, 555 p.

Rojas Morales Diana,
2012 – *Estudio de la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de energía de la aglomeración de La Paz*. La Paz, Memoria de Maestría, Universidad Mayor San Andrés, 115 p.

Sandoval Godofredo, Sostres Fernanda,
1989 – *La ciudad prometida*. La Paz, SYSTEMA-ILDIS, 232 p.

Sandoval Godofredo, Ayllon Virginia,
1992 – *La memoria de las ciudades (bibliografía urbana de Bolivia 1952-1991)*. La Paz, CEP-ILDIS, 499 p.

Schoop Wolfgang,
1981 – *Ciudades Bolivianas*. La Paz, Editorial Los amigos del libro, 264 p.

SENAMHI,
2006 – *Boletines climatológicos*. La Paz, SENAMHI.
2007 – *Boletines climatológicos*. La Paz, SENAMHI.

Ticona Juan,
2007 – Asentamientos humanos en Chuquiago Marka: una historia de encuentros culturales. *Anuario de Investigación 2007*, Carrera de Historia Archivo de La Paz, UMSA, 31-53.

Uhr Christian, Johansson Henrik, Fredholm Lars,
2008 – Analysing Emergency Response Systems. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 16 (2) : 80-90.

Urquizo Carlos,
2006 – *La Paz, ¿saco de aparapita o metrópoli andina?* La Paz, FES-ILDIS, 134 p.

Vettraino Jean,
2012 – *Ovejuyo, aux confins de La Paz (Bolivie). Quelle intégration à la ville pour des périphéries urbaines lointaines ?* Paris, Mémoire de Master 1, université Paris 1-Panthéon-Sorbonne, 151 p.

Villegas S.,
2002 – *Memoria del "Martes Negro" ¡Emergencia por granizada en La Paz!* La Paz, GMLP, Comisión episcopal de pastoral social CARITAS, 59 p.

Sites Internet

www.desinventar.net (Desinventar, 2007)
www.ine.gob.bo
www.lapaz.bo
www.elalto.gob.bo
www.paho.org/bol (OPS, 2002)

Tables

CARTES

Page	Planche	
23	1	Les limites administratives
25	2	La densité de population en 2001
29	3	La collecte et le traitement des déchets
33	4	La production et la distribution d'eau potable
38	5a	La population de nuit
39	5b	La population de jour
45	6	L'évolution de la tache urbaine 1976-2006
51	7	L'évolution de la hiérarchie urbaine bolivienne
61	8	L'orage de grêle du 19 février 2002
69	9	Les conditions physiques
71	10	Les espaces exposés à l'occurrence d'aléas d'origine naturelle
75	11	Les aléas anthropiques : la dangerosité des activités
79	12	L'accessibilité : un facteur non négligeable de vulnérabilité
85	13	Les constructions en adobe
89	14	Les foyers sans pièce spécifiquement dédiée à la cuisine
91	15	Les foyers non connectés au réseau public de distribution d'électricité
93	16	Les foyers non connectés au réseau public de distribution d'eau potable
95	17	Les foyers sans téléphone
99	18	Les foyers sans véhicule automobile
101	19	La population récemment installée dans l'agglomération
105	20	La population faiblement instruite
108	21a	La population de moins de 6 ans
109	21b	La population de 65 ans et plus
111	22	L'approvisionnement en énergie électrique
117	23	La constructibilité
121	24	Les programmes de prévention
127	25	Le système d'alerte précoce
131	26	Le Centre d'opération des urgences (COE)
135	27	Les centres de santé
139	28	Les centres de santé 24 h/24
141	29	Les services de secours incendie
147	30	L'exposition aux aléas des centres de santé
149	31	L'accessibilité des centres de santé
153	32	L'accessibilité du Centre d'opération des urgences (COE)

FIGURES

Page	nº	
12	1	L'agglomération de La Paz en Bolivie
16	2	Interventions d'urgence effectuées par le GAMLP et investissement en prévention des risques
32	3	Fonctionnement du grand système de production et de distribution d'eau potable
41	4	Estimation de la variation de la population entre la nuit et le jour dans l'agglomération pacénienne
48	5	Évolution de la population de La Paz, d'El Alto et de l'ensemble de l'agglomération entre 1950 et 2008
55	6	La Ceja vue du ciel à deux dates : 1956 et 2006
56	7	Pyramide des âges, La Paz, 2001
57	8	Pyramide des âges, El Alto, 2001
57	9	Pyramide des âges, agglomération totale, 2001
112	10	La fluctuation annuelle de la production d'énergie électrique dans la zone nord bolivienne
114	11	Le nombre de coupures d'approvisionnement en énergie électrique en fonction de leur durée

TABLEAUX

Page	*n°*	
24	1	Distribution des superficies par niveau de densité
37	2	Composition de la population de jour et population de nuit par municipalité
110	3	La production d'énergie électrique en 2010
134	4	Nombre de centres de santé selon leur statut
136	5	Équipement en lits des centres de santé
142	6	Les moyens humains et matériels des services de secours incendie de l'agglomération
145	7	Nombre de lits selon le statut du centre de santé et l'exposition à un aléa d'origine naturelle
148	8	Nombre de lits selon le statut du centre de santé et les niveaux d'accessibilité des espaces
151	9	Nombre d'acteurs selon les niveaux d'accessibilité des espaces
152	10	Nombre d'acteurs du COE selon leurs fonctions et leurs niveaux d'accessibilité

ILLUSTRATIONS

Page	*n°*	
11	1	L'atterrissage à l'aéroport de l'agglomération de La Paz permet de distinguer El Alto (plat) et La Paz (la cuvette).
26	2	Principaux quartiers denses du centre
26	3	Les quartiers périphériques à caractère semi-rural
26	4	Quartiers les plus répandus, à densité moyenne
27	5	La décharge Villa Ingenio d'El Alto
28	6	Un conteneur installé dans un des quartiers de La Paz où la déclivité rend difficile la collecte des déchets pour les camions.
28	7	L'abandon des déchets sur les abords des torrents
32	8	Captage de l'eau pluviale et glaciaire (Huayna Potosí) à Milluni
34	9	Installations de l'usine de potabilisation d'El Alto
36	10	Simplicité des installations du petit système de la Coopérative (Niño Kollo Alto)
42	11	Place Pérez Velazco, point de rupture de charge pour les populations venant d'El Alto et La Paz.
46	12	Déversement urbain du plateau altenien vers la municipalité d'Achocalla
47	13	Le paysage semi-urbain peu dense du quartier illégal Santa Rosa dans le district 6 d'El Alto
47	14	Chenalisation du Río Choqueyapu pour permettre la construction des voies nord-sud essentielles à l'urbanisation pacénienne.
50	15	Sucre, une ville coloniale assoupie
52	16	Le Palais du gouverneur du département situé sur la place d'armes de Cochabamba réinvestit un bâtiment de style colonial.
52	17	Potosí reste marquée par le Cerro Rico et l'exploitation de ses filons d'argent.
53	18	Avec le déclin de l'exploitation des mines d'étain, la ville d'Oruro mise sur le tourisme, notamment grâce à son carnaval reconnu comme Patrimoine culturel de l'humanité par l'Unesco.
54	19	La rupture de pente entre la bordure du plateau altenien et la dépression de la vallée Choqueyapu, qui marque la limite entre El Alto et La Paz.
64	20	Destructions issues du mouvement de terrain du 26-27 février 2011 au flanc de la vallée du Choqueyapu-La Paz
65	21	Zone Huyana Potosí partiellement détruite par une crue éclair du Río Seco.
68	22	L'entaille du Río Seco dans la partie amont d'El Alto et la Cordillère Royale, en arrière-plan
68	23	Aménagements de drains à La Paz

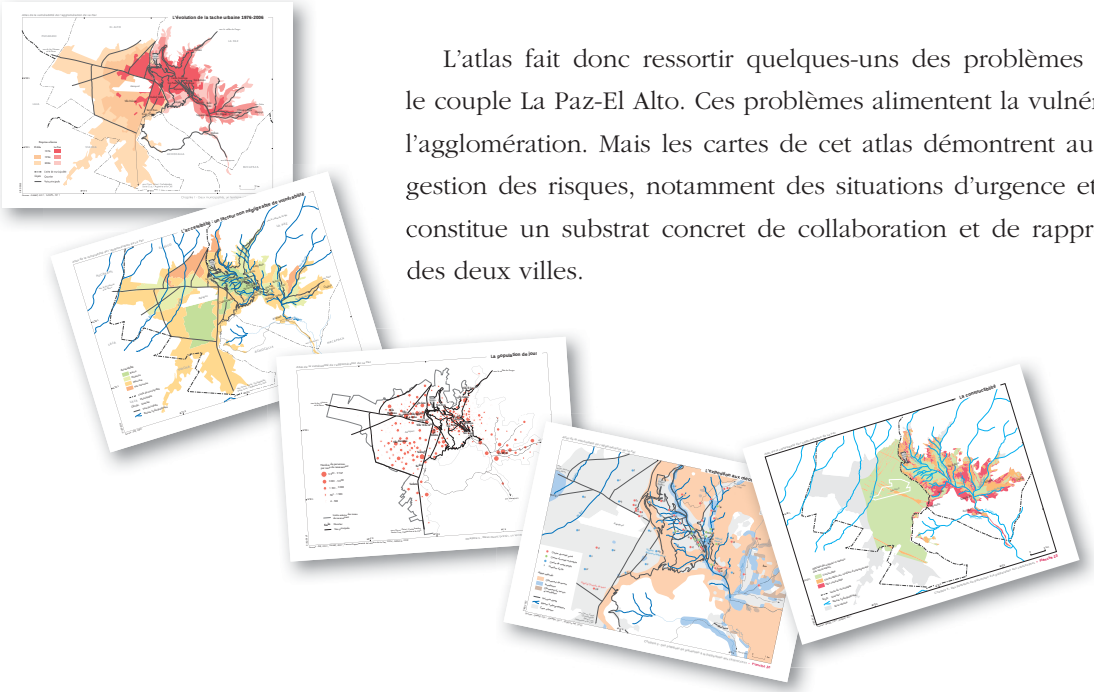
ILLUSTRATIONS

Page	*nº*	
73	24	Les fontis sont récurrents dans La Paz et provoquent des dégâts importants aux structures, notamment routières.
77	25	Le stockage des hydrocarbures rend le site de Senkata à El Alto particulièrement dangereux pour toute l'agglomération.
81	26	La plupart des rues de l'agglomération sont en terre, étroites, sinueuses et pentues, ce qui complique l'accès d'un point à un autre de l'agglomération.
82	27	Les ponts sont des éléments fondamentaux dans l'accessibilité pacénienne. Il n'y en a cependant que deux qui permettent de relier les deux versants est-ouest de la vallée.
83	28	Un glissement de terrain peut provoquer la perte d'une voie de circulation importante et donc, l'accessibilité entre espaces de l'agglomération, voire leur isolement.
84	29	L'adobe reste le matériau de construction des logements le plus largement utilisé dans l'agglomération.
103	30	Les écoles publiques sont encore trop peu nombreuses et dotées en personnel pour fournir une instruction élémentaire à toute la population bolivienne.
104	31	La population bolivienne est dans l'ensemble peu instruite, notamment les femmes, les plus âgés et les plus pauvres.
118	32	Certains terrains sont constructibles, à condition de respecter quelques normes ; construire en briques, sur un soubassement en adobe, dans des espaces humides et à forte déclivité provoque souvent des dommages aux biens.
123	33	Le programme DIPECHO a permis à la municipalité d'El Alto d'initier une gestion des risques à partir d'une approche préventive, passant, entre autres actions, par une sensibilisation de la population.
124	34	Le programme *Barrio de Verdad* permet une amélioration des conditions d'habitabilité des quartiers les plus pauvres et intègre un volet de préparation préventive des catastrophes, en formant notamment la population à évacuer.
125	35	Une échelle graduée de trois couleurs (jaune, orange, rouge) facilite la lecture du niveau d'alerte avant débordement atteint par l'eau d'un torrent.
126	36	L'installation de capteurs le long des torrents permet de mesurer en temps réel l'évolution du niveau d'eau dans le torrent et de donner automatiquement l'alerte aux responsables municipaux de la gestion de crise au-delà de l'atteint de seuils.
128	37	Les instruments du SAT sont performants mais dépendent de l'électricité, ce qui peut faire défaut en situation de crise.
129	38	Le Centre d'opération des urgences de la municipalité d'El Alto est né de la volonté des autorités alténiennes de mieux gérer les catastrophes qui surviennent dans le territoire dont elles ont la charge.
130	39	Un poste de commandement avancé pour gérer la coordination des actions des différents acteurs impliqués dans la gestion d'un événement catastrophique de grande ampleur.
138	40	L'hôpital général est le centre de santé public ouvert 24 heures sur 24 qui propose le plus grand nombre de lits dans l'agglomération.
140	41	En cas de catastrophe, les pompiers, qui sont membres du COE, interviennent dans les opérations de secours.
142	42	Les moyens matériels dont disposent les pompiers de La Paz limitent fortement leurs capacités d'intervention.
143	43	Un très faible nombre d'espaces sont équipés de bouches d'incendie en état de fonctionner.
150	44	L'encombrement des routes fragilise un accès rapide aux ressources de santé en situation de catastrophe.
152	45	Les refuges du COE destinés à héberger les populations sinistrées ne sont efficaces qu'à la condition d'être facilement accessibles en situation de crise.
154	46	La logistique pendant une catastrophe implique que l'accessibilité entre les espaces affectés et les espaces où se trouvent des ressources de secours soit optimale.

Achevé d'imprimer sur les presses
de l'imprimerie Faurite – MIRIBEL 01
Dépôt légal : 4e trimestre 2013

Fruit d'un travail en partenariat, cet atlas offre une lecture de l'agglomération de La Paz, composée de la municipalité éponyme et de celle d'El Alto. Le déchiffrage qu'il propose se veut résolument novateur dans la mesure où les deux villes sont habituellement montrées séparément, sans jamais prendre en compte l'évidence de leur interdépendance.

Si l'histoire de la construction de ces deux municipalités explique pourquoi elles s'ignorent sur le plan institutionnel, l'analyse de différentes cartes indique au contraire que ces deux municipalités ne forment qu'une seule et même agglomération. El Alto et La Paz, l'en haut et l'en bas, constituent un tout : elles sont à la fois dissociées et indissociables fonctionnellement et morphologiquement.



L'atlas fait donc ressortir quelques-uns des problèmes que pose le couple La Paz-El Alto. Ces problèmes alimentent la vulnérabilité de l'agglomération. Mais les cartes de cet atlas démontrent aussi que la gestion des risques, notamment des situations d'urgence et de crise, constitue un substrat concret de collaboration et de rapprochement des deux villes.

Sébastien Hardy est chargé de recherche à l'Institut de recherche pour le développement. Il mène ses travaux au sein de l'équipe PACIVUR du laboratoire Prodig (UMR 8586).
Dans ce cadre, il a développé de 2006 à 2012 des recherches à visée opérationnelle sur la vulnérabilité et les risques en milieu urbain. Ces travaux l'ont conduit à collaborer avec de nombreuses organisations boliviennes, publiques et privées.

IRD
44 boulevard de Dunkerque
F - 13572 Marseille Cedex 02
editions@ird.fr
www.editions.ird.fr

Diffusion
IRD
32 avenue Henri Varagnat
F - 93143 Bondy Cedex
diffusion@ird.fr

Prix : 23 €
ISBN : 978-2-7099-1828-2