

## Les dimensions spatiales et territoriales de la gestion de crise à Lima

Robert D'Ercole, Sébastien Hardy, Pascale Metzger, Jérémy Robert et Pauline Gluski

Volume 12, numéro 1, mai 2012

Comprendre et maîtriser les risques techniques et environnementaux : aller au-delà du risque ?

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1015099ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Université du Québec à Montréal  
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

D'Ercole, R., Hardy, S., Metzger, P., Robert, J. & Gluski, P. (2012). Les dimensions spatiales et territoriales de la gestion de crise à Lima. *VertigO*, 12(1).

Résumé de l'article

Les questions posées par la gestion d'une crise majeure sur un territoire urbain, comme celle que pourrait provoquer un séisme ou un tsunami de grande amplitude à Lima, constituent une problématique peu abordée par la géographie. C'est pourquoi l'équipe de recherche PACIVUR de l'IRD, dans le cadre du projet SIRAD, a posé l'hypothèse que la gestion d'une situation de crise sur un territoire consistait, d'un point de vue spatial et territorial, à mettre en relation les lieux affectés par la catastrophe et les lieux qui disposent des ressources permettant de secourir les premiers. À partir de cette hypothèse, la recherche réalisée à Lima a consisté à construire une base de données géoréférencées sur les ressources de gestion de crise, puis à analyser leur vulnérabilité et leur répartition sur le territoire par rapport à la localisation des espaces les plus vulnérables (qui auront donc potentiellement besoin de secours). Cette approche permet d'identifier les lieux critiques lors d'une situation d'urgence et de mettre à jour la vulnérabilité du système de gestion de crise.

Tous droits réservés © Université du Québec à Montréal et Éditions en environnement VertigO, 2012



Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter en ligne.

<https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

**é**rudit

Cet article est diffusé et préservé par Érudit.

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche.

<https://www.erudit.org/fr/>

**Robert D’Ercole, Sébastien Hardy, Pascale Metzger, Jérémy Robert et Pauline Gluski**

## **Les dimensions spatiales et territoriales de la gestion de crise à Lima**

- 1 La recherche scientifique sur la gestion des crises est encore insuffisamment développée alors que le nombre de catastrophes ne cesse d’augmenter (950 catastrophes d’origine naturelle dans le monde en 2010 contre une moyenne de 615 ces trente dernières années d’après Munich Re, 2011) et que les crises liées à ces catastrophes sont de plus en plus complexes à gérer, surtout en milieu urbain. La nécessité de s’intéresser de près à la gestion des crises est non seulement due aux limites de l’action préventive, mais également au caractère souvent inopérant des systèmes de gestion de crises existants. Les analyses allant dans ce sens sont nombreuses. Elles concernent plus particulièrement les pays du Sud (Voight, 1990 ; Rocha et Christoplos, 2001 ; Lane et al., 2003 ; Grünwald et Renaudin, 2010), mais aussi les pays du Nord (Lagadec, 2007 ; Lee et Preston, 2012). Les problèmes soulignés touchent aux faiblesses des institutions en matière d’organisation, de coordination et de communication. Les crises mettent en évidence des défauts de prévision, de préparation, la méconnaissance des lieux affectés et de leurs capacités, la mauvaise articulation entre le niveau national et l’échelon local, entre les autorités et la population. Elles débouchent alors sur une improvisation de la gestion de l’urgence, ce qui fut le cas au Pérou le 15 août 2007.
- 2 Le séisme de Pisco survenu à 200 km au sud de Lima a montré le faible niveau de préparation du Pérou pour affronter un événement de ce type. Si les victimes furent relativement peu nombreuses (596 morts, 1300 blessés graves), un très grand nombre de personnes, près de 450 000, furent sinistrées en raison de l’importance des destructions de logements (environ 50 000 entièrement détruits et presque autant rendus inhabitables). Au-delà du bilan, certains aspects de la gestion de la crise ont attiré l’attention et plus particulièrement la mauvaise adéquation fonctionnelle et spatiale entre les ressources de gestion de crise et les besoins engendrés par le séisme. Cela concerne non seulement l’aide aux sans-abris, mais aussi de nombreux autres domaines comme les télécommunications, les soins d’urgence ou l’approvisionnement en eau (D’Ercole et al., 2007 ; INDECI, 2009). On comprend alors que l’incertitude se soit immiscée au sein des autorités péruviennes, nationales et liméniennes, quant à leur capacité à affronter le séisme majeur et le tsunami pronostiqués par les scientifiques et susceptibles d’affecter la capitale péruvienne dans un futur proche.
- 3 Dans ce contexte, pour faire face à la vulnérabilité de Lima et contribuer à sa préparation, le projet SIRAD (Système d’information sur les ressources de gestion de crise dans l’agglomération de Lima et Callao)<sup>1</sup> a vu le jour. Il a été mené entre avril 2010 et février 2011 par l’équipe PACIVUR<sup>2</sup> de l’Institut de Recherche pour le Développement (IRD), en association avec l’ONG italienne Cooperazione Internazionale (COOPI). Ce projet s’est appuyé sur la réalisation d’une base de données géoréférencées sur les ressources de gestion de crise, construite sur un Système d’Information Géographique (SIG). Il s’agit d’une véritable base de données urbaine indispensable pour une réflexion sur les vulnérabilités des ressources, du système de gestion de crise et de la ville, suivant une approche spatiale et territoriale, ce qui constitue l’originalité du projet (D’Ercole et al., 2011).
- 4 L’article a ainsi pour objectif de démontrer l’intérêt d’aborder la vulnérabilité d’une grande agglomération en explorant la problématique posée par les dimensions géographiques de la gestion des situations de crise. Il vise, en premier lieu, à présenter les fondements du projet SIRAD (gestion des crises dans la recherche, aspects conceptuels et méthodologiques et situation particulière de Lima face au risque sismique). Il explique ensuite la logique d’identification des ressources de gestion de crise et la manière dont la base de données a été bâtie. Il se poursuit par l’exploitation de la base permettant de hiérarchiser les ressources de gestion de crise et de mettre en évidence celles qui doivent faire l’objet d’une politique prioritaire de prévention et de préparation afin d’assurer leur fonctionnement ou leur

récupération rapide en cas de séisme majeur ou de tsunami. L'article s'achève par l'analyse de la vulnérabilité des ressources principales, ainsi que celle du système de gestion de crise liménien.

## Les fondements du projet SIRAD

### Vers la prise en compte des crises par la recherche scientifique

- 5 Le volume de recherche produit sur le thème des risques depuis près d'un demi-siècle est impressionnant. Essentiellement consacrée à la connaissance des aléas, cette recherche a commencé à se diversifier dans les années 1980 et surtout dans les années 1990, en incluant d'autres problématiques : celle de la vulnérabilité, des enjeux et plus récemment de la résilience. Cependant, et malgré les travaux précurseurs essentiellement anglo-saxons (Quarantelli, 1998), la réflexion engagée sur le thème de la gestion des crises reste encore limitée au regard des nombreux travaux réalisés dans le domaine des risques et ce, alors même que les crises actuelles ont changé de dimension, avec plus de complexité et plus d'incertitude (Lagadec, 2003). Les raisons tiennent largement aux insuffisances d'ordre théorique et méthodologique, tout autant qu'aux difficultés à confronter et appliquer les connaissances scientifiques à un domaine longtemps considéré comme étant exclusivement une affaire de sécurité civile.
- 6 Ceci dit, ce point de vue se modifie progressivement avec le constat des limites de l'action préventive (Tunstall, 2004 ; Pigeon, 2006 ; Werritty, 2006) et des faiblesses des systèmes de gestion des crises (Neuvel et Zlatanova, 2006 ; Lagadec, 2007). De plus en plus de travaux scientifiques s'intéressent aux crises et sont principalement le fait des sciences politiques, de la sociologie, de l'anthropologie et des sciences de la communication. Les géographes sont encore peu représentés et ils abordent la question de la gestion de crise soit dans le cadre d'une approche globale de la vulnérabilité (Cutter et al., 2000 ; Weichselgartner, 2001) soit selon des angles très particuliers (mobilité, accessibilité, difficultés institutionnelles, gestion des alertes et de la communication, etc.). Malgré l'intérêt continu des géographes pour la recherche en matière de risque depuis les années 1970 (Morel et al., 2006), aucune géographie des espaces et territoires de la gestion des crises n'a encore été entreprise et l'évaluation de la vulnérabilité des systèmes de gestion de crise à partir d'une approche spatiale et territoriale n'en est qu'à ses balbutiements en dépit de l'importance de ces dimensions. Dans cette perspective, l'article s'inscrit comme une contribution à la recherche géographique sur la crise et sa gestion, tout en mobilisant les réflexions, méthodes et approches de la géographie des risques.

### Les fondements conceptuels et méthodologiques

- 7 On entend par « dimensions spatiales de la crise » la connaissance issue d'une analyse spatiale dégagant la répartition des lieux qui disposent de ressources de gestion de crise et la distribution des espaces vulnérables sur le territoire de l'agglomération. Les « dimensions territoriales de la gestion de crise », pour leur part, font entrer dans l'analyse des questions posées par les acteurs qui détiennent ces ressources ou qui occupent les espaces vulnérables.
- 8 Une première approche de la dimension spatiale et territoriale de la gestion des crises a été tentée entre 1999 et 2004 dans le cadre du programme « Système d'information et risques dans le District Métropolitain de Quito » développé par l'IRD en collaboration avec la municipalité de Quito. La recherche est partie de l'idée simple que pour être efficace, une politique de prévention des risques devait d'abord s'attacher à protéger les éléments d'un territoire qui sont à la fois les plus importants et les plus vulnérables. Elle s'est donc focalisée dans un premier temps sur l'identification des enjeux majeurs du fonctionnement et du développement du district métropolitain de Quito<sup>3</sup>, avant d'en analyser la vulnérabilité et de mettre en évidence les espaces de génération de vulnérabilité à prendre en considération en priorité dans le cadre d'une politique de prévention des risques (D'Ercole et Metzger, 2004 ; D'Ercole et al., 2009a). Ce sont les enjeux du fonctionnement urbain qui ont été placés au centre de la définition du risque et non pas les aléas comme il se fait habituellement. La perspective était avant tout celle d'une planification urbaine préventive intéressant notamment le département de planification de la municipalité de Quito. Néanmoins, la question de la gestion des crises avait

été abordée de manière exploratoire avec l'identification de certaines ressources majeures de la gestion de crise. Une première articulation avait ainsi été établie entre planification préventive, prévention des risques et gestion de crises. Avec le projet SIRAD, on est franchement passé des enjeux majeurs du fonctionnement urbain aux ressources essentielles de la gestion de crise, mais le fondement conceptuel est identique et la méthodologie de recherche s'inspire de celle utilisée à Quito.

9 La réflexion conceptuelle a également porté sur les espaces de gestion de crise et la vulnérabilité des systèmes de gestion de crise appréciée à partir de l'analyse spatiale (D'Ercole et al., 2009b). Puisque la crise dessine des espaces et des flux qui ne sont plus ceux du fonctionnement normal, la recherche doit aborder frontalement ces questions : quels sont les espaces de la gestion des crises ? Comment les identifier et les caractériser ? Quelles sont leurs forces et leurs faiblesses ? Comment ces espaces s'articulent-ils ?

10 Ces questions sont plus complexes qu'elles ne paraissent de prime abord, en particulier lorsqu'il s'agit d'y répondre dans la perspective d'une crise à venir, et non pendant ou après. Les espaces de la crise ne sont pas seulement ceux qui sont susceptibles d'être affectés par un phénomène destructeur. En effet, on peut poser l'hypothèse qu'au moins deux types d'espaces différents sont construits par la gestion des crises :

- les espaces à secourir en priorité, c'est-à-dire ceux qui sont les plus vulnérables, notamment en fonction de la vulnérabilité de leur population (âge, densité, pauvreté, niveau d'éducation), de l'exposition aux aléas, de problèmes d'accessibilité ou du contexte social, institutionnel ou politique ;
- les espaces ressources, c'est-à-dire ceux qui disposent des moyens matériels et décisionnels de protection, de secours et de récupération.
- De cette manière, la gestion de crise consiste, très concrètement, à mettre en relation ces deux types d'espaces et une mauvaise adéquation spatiale et fonctionnelle entre les besoins et l'offre en ressources constitue une vulnérabilité du système de gestion de crise.

### La nécessité pour Lima de se préparer à un séisme majeur

11 Lima et son port Callao qui comptent près de 9 millions d'habitants et concentrent les principaux organes de décision du Pérou, ainsi qu'une grande partie de son économie, ont été affectés à plusieurs reprises par des tremblements de terre et des tsunamis dévastateurs (Silgado, 1978 ; Pérez-Mallaína Bueno, 2001 ; Musset, 2002 ; Carpio et Tavera, 2002 ; Walker, 2008 ; De Ribas, 2011). Le futur est tout aussi inquiétant dans la mesure où les spécialistes s'accordent sur la survenue d'un séisme majeur à Lima à court ou moyen terme<sup>4</sup> (Tavera et Bernal, 2005 ; Pulido et al., 2011). Dans ce contexte, Lima affiche une vulnérabilité très élevée. L'effectif de la population a été multiplié par 13 depuis 1940 et l'accroissement de la superficie de l'agglomération, également explosif (2700 km<sup>2</sup>, plus de 15 fois la superficie de 1940), s'est effectué de manière chaotique suivant un processus d'occupation du sol informel concernant plus de 60 % de la population. Malgré l'existence d'indicateurs qui placent l'aire métropolitaine de Lima comme la région de plus fort développement du pays avec un indice de pauvreté relativement bas, la capitale péruvienne possède néanmoins la plus forte concentration de pauvres du pays : 3 millions de personnes suivant le document stratégique de développement intégral et de réduction de la pauvreté à Lima, élaboré par la municipalité métropolitaine de Lima (MML, 2005). Cette population se caractérise en particulier par l'occupation de constructions de mauvaise qualité, particulièrement dangereuses en cas de séisme. Lima est ainsi considérée comme l'une des villes les plus vulnérables d'Amérique latine. À cela, s'ajoute la difficulté du Pérou et de son système de protection civile à gérer une situation de crise majeure comme cela a été observé avec le séisme de Pisco du 15 août 2007.

12 En raison de ces problèmes, mais aussi des avertissements répétés des sismologues quant à la possible survenue d'un séisme majeur à Lima dans les années à venir, plusieurs projets, la plupart à financements internationaux, ont vu le jour pour tenter de préparer la capitale péruvienne à cette éventualité. Les séismes destructeurs qui se sont produits dans la région (Haïti et Chili en 2010) ou comparables dans certains de leurs effets à ce que le Pérou a connu dans le passé (le tsunami survenu au Japon en mars 2011 rappelant celui de 1746 qui a détruit le port de Callao), ont rendu ces projets encore plus pertinents. Leur besoin est d'autant plus fort

que les retours d'expériences concernant Lima sont peu récents et insuffisamment documentés (Barreau, 2010). Les derniers séismes (1940, 1966 et 1974), d'intensités modérées et n'ayant pas produit de tsunami, ont pourtant fait des centaines de victimes et endommagé certaines parties de l'agglomération, mais sont sans commune mesure avec les séismes dévastateurs de 1586, 1687 et 1746. Le projet « Préparation à une catastrophe liée à un séisme et/ou tsunami et récupération à Lima et Callao »<sup>5</sup> promu et financé par le bureau d'aide humanitaire de la Commission Européenne (ECHO), le PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement) et l'INDECI (Institut National de Protection Civile du Pérou) s'inscrit ainsi dans la nécessité d'imaginer des événements de grande ampleur qui ne se sont plus produits depuis plus de deux siècles dans la capitale<sup>6</sup>. Ce projet-cadre lancé en octobre 2009 et achevé en avril 2011 a suivi différentes directions (études, éducation, préparation, planification, simulacres et simulations, élaboration de protocoles, etc.) aux échelles métropolitaine et locale. L'une de ses composantes est le projet SIRAD « Système d'information sur les ressources de gestion de crise dans l'agglomération de Lima et Callao » développé par l'IRD et COOPI entre avril 2010 et février 2011<sup>7</sup>. C'est ce projet qui a permis à l'équipe PACIVUR de l'IRD de poursuivre les travaux scientifiques engagés à Quito, en se concentrant, cette fois, sur les ressources de crise et sur les dimensions spatiales et territoriales de la gestion d'une crise majeure.

- 13 Le projet SIRAD a suivi trois objectifs. Le premier a été de construire une base de données sur les ressources permettant la gestion de grandes crises à Lima et d'identifier les ressources essentielles qui devraient faire l'objet d'une politique prioritaire de prévention et de préparation, afin qu'elles soient en mesure de fonctionner en cas de séisme majeur. Le deuxième objectif a consisté à réfléchir en termes de vulnérabilité de ces ressources et du système de gestion de crise à Lima, en particulier à partir de l'analyse de l'articulation spatiale et fonctionnelle entre les ressources de gestion de crise et les espaces vulnérables. Le troisième, qui ne sera pas développé ici, est un objectif de formation. Il s'agit, à travers la réalisation d'un serveur cartographique accessible sur le Web et la formation de personnels d'institutions impliquées dans la gestion des risques et des crises, de permettre au plus grand nombre d'utiliser les données de la base SIRAD, de produire des cartes, et de faciliter la préparation aux catastrophes et les prises de décision.

### **Construction de la base de données géoréférencées centrée sur les ressources de gestion de crise**

- 14 La base de données qui a été constituée dans le cadre du projet SIRAD recouvre 10 domaines qui ont été jugés nécessaires pour la gestion d'une situation de crise : centres de décision et d'intervention, approvisionnement en eau, approvisionnement alimentaire, en énergie, soins d'urgence, transports et communications, télécommunications, refuges, lieux de dépôts de décombres et zones d'activités<sup>8</sup>. À ces domaines s'ajoutent des données qui portent sur la population, l'accessibilité des lieux, ainsi que sur l'aléa sismique et l'aléa tsunami. Construite sous ArcGis 9.3 d'ESRI, la base de données a été conçue pour répondre aux nécessités conceptuelles et méthodologiques du projet SIRAD.
- 15 Avant de procéder à la cartographie des ressources et aux analyses de vulnérabilité, trois étapes méthodologiques ont été franchies.

#### **Identification de l'information utile et démarche participative**

- 16 Au sein de chacun des 10 thèmes retenus, il a fallu identifier les ressources de crise. Cette identification n'est pas chose aisée dans la mesure où, à partir du fonctionnement normal de la ville, il est nécessaire d'imaginer une situation exceptionnelle engendrée par une catastrophe de grande ampleur. Il a ainsi fallu concevoir un fonctionnement de crise s'appuyant sur des ressources parfois très différentes de celles qui sont utilisées pour le fonctionnement urbain habituel. Par exemple, les puits et camions-citernes se substituent au réseau public d'eau potable, supposé endommagé. Si certaines ressources sont fondamentales à la fois en période de crise et en période de fonctionnement normal de la ville, d'autres sont spécifiques ou prennent un relief particulier en période de crise comme les organismes de secours, les

entreprises de maintenance de réseaux, les refuges ou les lieux de dépôts des décombres produits par une catastrophe.

- 17 Cette projection mentale vers une situation exceptionnelle ne peut pas uniquement reposer sur des critères scientifiques, mais aussi, et surtout, sur l'expérience de catastrophes, la maîtrise professionnelle des domaines retenus pour le projet et le bon sens. C'est pourquoi l'identification des ressources de crise destinées à alimenter la base de données s'est appuyée sur une démarche participative. L'équipe SIRAD, constituée de chercheurs en sciences sociales et sciences de la terre, ainsi que d'ingénieurs et techniciens spécialisés en SIG, a, d'une part, fait appel à des consultants, experts dans certains des domaines retenus (eau potable et médecine d'urgence, par exemple). Elle a, d'autre part, organisé huit ateliers thématiques de réflexion entre mai et juin 2010, chacun d'une journée, réunissant des spécialistes de chaque thème issus du secteur public comme du secteur privé, ainsi que des représentants d'institutions intervenant dans la gestion des crises (figure 1). C'est ainsi que l'atelier dédié à l'approvisionnement alimentaire en période de crise a réuni des représentants de l'institution péruvienne responsable de la distribution des rations alimentaires en cas de catastrophe, d'ONG internationales spécialisées dans la distribution de l'aide alimentaire, d'agences des Nations Unies, de l'institution municipale qui gère les marchés alimentaires de gros de la capitale, de la logistique alimentaire (transport, stockage, etc.), des chaînes de supermarchés implantées à Lima, etc. Ces ateliers ont permis d'établir la liste des ressources de crise dans chacun des domaines et de localiser l'information lorsque celle-ci était disponible.

**Figure 1. Un atelier participatif réunissant les principaux acteurs de l'approvisionnement en énergie afin d'identifier les ressources de gestion de crise. A participatory workshop gathering the main actors involved in the energy supply in order to identify resources for crisis management**



### Récupération ou création de l'information

- 18 Une partie de l'information a été collectée auprès de nombreuses institutions publiques (entreprises municipales, ministères, hôpitaux publics, etc.) et privées (par exemple dans le domaine de l'énergie ou de la logistique). Ce travail, particulièrement lourd et accompli en peu de temps (quatre mois), a exigé quantité de réunions et de démarches administratives réalisées avec l'aide de COOPI, des consultants et de la protection civile péruvienne. De nombreux problèmes ont surgi comme celui de la confidentialité des données. Dans certains cas, en dépit d'appuis à haut niveau, les informations n'ont pu être obtenues, par exemple les ressources de

l'armée, hormis l'emplacement des casernes. D'autres données ont été créées de toutes pièces. Ce fut le cas des zones exposées à l'aléa tsunami ou des zones potentielles pour installer des refuges ou pour déposer les décombres. Dans ces deux derniers domaines, rien n'était prévu à Lima pour affronter les conséquences d'un phénomène de grande ampleur.

## Homogénéisation de l'information et métadonnées

- 19 L'équipe SIG du projet, composée de six ingénieurs et techniciens spécialisés en analyse spatiale, a eu pour tâche d'uniformiser les informations collectées au fur et à mesure de l'avancement du projet. Elle a ainsi transformé toutes ces informations, récupérées sous différents formats (format images, dwg, pdf, tables Excel, etc.) en couches d'information géographique, au format unique shape<sup>9</sup>, tout en créant les tables de données attributaires correspondantes. La géométrie des objets a dû être rectifiée à plusieurs reprises pour l'ajuster à la couche cartographique de référence (les îlots de parcelles urbaines de Lima-Callao de l'Institut National péruvien de Statistiques et d'Informatique -INEI), permettant ainsi de localiser le plus précisément possibles ces objets dans l'espace métropolitain liménien.
- 20 Par ailleurs, pour chacune des couches d'information créées, des métadonnées ont été construites, à savoir de « l'information sur l'information ». Ces métadonnées renseignent sur le contexte de création de l'information (date de création, auteur, source(s), échelle, projection géographique, etc.) et la décrivent (nombre d'attributs par objet, explication de leur signification, méthodologies d'obtention des attributs, etc.). Elles sont nécessaires pour l'utilisation de la base de données, pour sa mise à jour et sa durabilité. Très souvent au Pérou, les bases de données géoréférencées sont construites sans cette information, rendant les bases rapidement inutilisables. Pour éviter cet écueil, chaque couche d'information du projet SIRAD a été rigoureusement documentée, et les couches classées par thème.
- 21 Enfin, les différentes couches d'information ont été classées par thème. Par exemple, le thème de l'approvisionnement en eau regroupe seize couches d'information parmi lesquelles les usines de potabilisation, les puits, les camions-citernes ou les entreprises de maintenance du réseau. Chaque couche réunit l'ensemble des objets correspondants et chaque objet est qualifié par le biais de la table attributaire. C'est ainsi que les attributs des objets camions-citernes renseignent sur l'adresse de localisation des camions, leurs propriétaires, leurs capacités, etc. Des modalités ont été précisées pour les attributs non numériques : par exemple, le propriétaire d'un camion-citerne peut être une entreprise privée, une municipalité ou l'entreprise de production et de distribution de l'eau potable (figure 2).

**Figure 2. Schéma d'organisation des informations de la couche de données « Eau ».**  
**Organization of the database of essential resources for immediate response and early recovery: "Water" data**

- 22 Ce sont ainsi 120 couches d'information géographique, qualifiées par plus de 2300 attributs, qui ont été générées par l'équipe SIG et près de 70 % de leurs objets présentent une géométrie en points (tableau 1).

**Tableau 1. Statistiques sur les données de la base SIRAD. SIRAD database statistics**

| Thème                                 | Nombre de shapes |           |           |            | Nombre d'attributs | Nombre d'objets | Nombre de cartes |
|---------------------------------------|------------------|-----------|-----------|------------|--------------------|-----------------|------------------|
|                                       | Point            | Ligne     | Polygone  | Total      |                    |                 |                  |
| Approvisionnement en eau              | 12               | 1         | 3         | 16         | 316                | 74528           | 40               |
| Approvisionnement en aliments         | 10               | 4         | 1         | 15         | 207                | 9510            | 42               |
| Approvisionnement en énergie          | 12               | 2         | 0         | 14         | 229                | 6685            | 41               |
| Soins médicaux                        | 7                | 0         | 0         | 7          | 200                | 869             | 33               |
| Transport, voirie et accessibilité    | 11               | 6         | 5         | 22         | 436                | 279432          | 60               |
| Télécommunications                    | 15               | 0         | 0         | 15         | 216                | 3943            | 32               |
| Centres de décision et d'intervention | 11               | 0         | 0         | 11         | 319                | 636             | 29               |
| Espaces potentiels de refuges         | 4                | 0         | 1         | 5          | 200                | 423             | 32               |
| Espaces potentiels pour les décombres | 0                | 0         | 1         | 1          | 67                 | 43              | 12               |
| Zones économiques                     | 0                | 0         | 3         | 3          | 26                 | 92693           | 25               |
| Vulnérabilité de la population        | 0                | 0         | 2         | 2          | 118                | 71306           | 41               |
| Risque sismique                       | 0                | 0         | 2         | 2          | 6                  | 66              | 3                |
| Risque de tsunami                     | 0                | 0         | 2         | 2          | 2                  | 2               | 2                |
| Données de base                       | 0                | 1         | 4         | 5          | 10                 | 56              |                  |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>82</b>        | <b>14</b> | <b>24</b> | <b>120</b> | <b>2352</b>        | <b>540192</b>   | <b>392</b>       |
| Pourcentage de géometrie              | 68,33            | 11,67     | 20,00     | 100,00     |                    |                 |                  |



## Détermination des ressources essentielles de gestion de crise

- 23 Pendant une crise provoquée par un séisme majeur ou un tsunami, de nombreuses ressources sont nécessaires pour secourir les victimes, aider les sinistrés et tenter de retrouver le plus rapidement possible un fonctionnement urbain normal. Ces ressources n'ont cependant pas toutes la même importance : certaines sont essentielles alors que d'autres sont simplement utiles. La détermination et l'analyse des ressources essentielles d'une gestion de crise se sont appuyées sur le cadre conceptuel et méthodologique mis au point par l'IRD à Quito entre 1999 et 2004. Il s'est ainsi agi de procéder à la hiérarchisation des ressources de crises et à l'identification des plus importantes avec l'objectif d'attirer sur elles l'attention des politiques publiques de prévention et de préparation aux catastrophes, et permettre leur fonctionnement en situation d'urgence ou leur récupération rapide après la survenue du phénomène destructeur. Cette hiérarchisation a été réalisée dans un premier temps à partir de critères quantitatifs, qualitatifs ou territoriaux, et a été complétée à dire d'experts. Une deuxième série de huit ateliers thématiques (entre août et septembre 2010) a permis de valider les couches d'information construites dans les dix domaines et de discuter de la hiérarchisation des ressources.
- 24 Comme l'indique le tableau 2, les ressources essentielles de la gestion de crise incluent les enjeux majeurs (ou éléments essentiels) du fonctionnement urbain des différents thèmes considérés et les ressources majeures spécifiques de la gestion de crise. Dans le premier cas, il s'agit par exemple du réseau routier principal, de l'aéroport et du port, indispensables tant en période normale qu'en période de crise. Dans le deuxième cas, on trouve des ressources plus spécifiques de la gestion de crise : celles qui ne servent qu'en situation d'urgence (voies d'évacuation, hôpitaux de campagne, centres de stockage de l'aide humanitaire, aires de dépôt de grandes quantités de décombres, etc.) ou celles dont l'importance est parfois secondaire en période normale, mais qui se révèlent indispensables en période de crise. Il s'agit par exemple des hélicoptères, des puits et camions-citernes pour l'approvisionnement en eau, de l'alternative à l'aéroport international Jorge Chavez que peut constituer l'aéroport Las Palmas, ou encore des entreprises de maintenance du réseau routier.

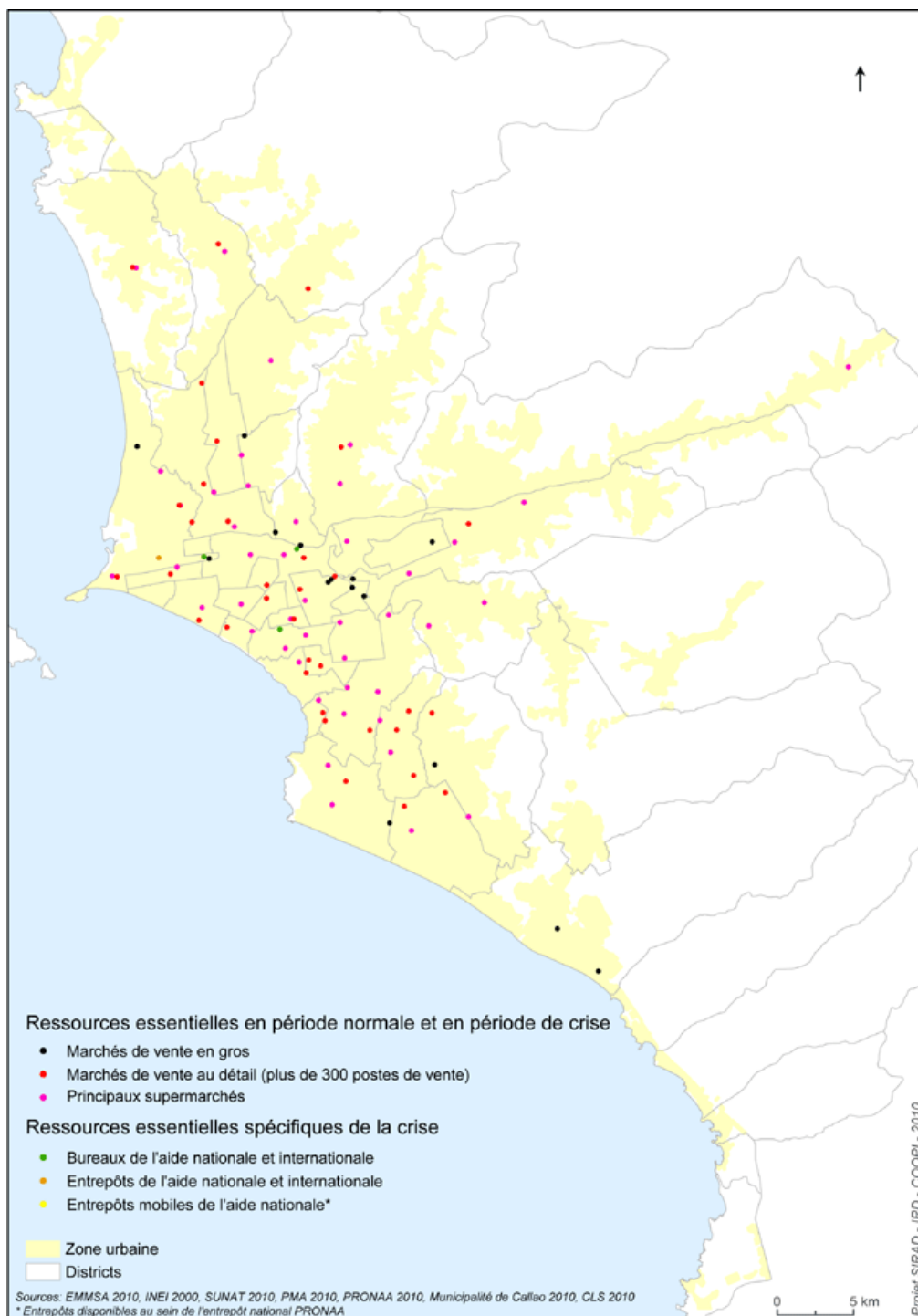
**Tableau 2. Logique de hiérarchisation des ressources pour la gestion de situations de crise. Logic for the classification of emergency resources**

| Niveau   | Description  | Exemples à propos du transport et des voies de communication  |
|--|--|---|
| Ressources essentielles de la gestion de crise | Enjeux majeurs du fonctionnement urbain normal         | Réseau routier principal<br>Aéroport (Jorge Chavez)<br>Port   |
|  | Ressources majeures spécifiques de la gestion de crise | Entreprises de maintenance du réseau routier<br>Voies d'évacuation<br>Hélicoptères<br>Aéroport Las Palmas (alternative) |
| Ressources de 2e niveau                        | Ressources d'appui                                     | Reste du réseau routier<br>Terminaux interurbains<br>Entreprises de bus   |

- 25 Outre les ressources essentielles, d'autres ressources ont été déterminées : ressources de 2<sup>e</sup> niveau ou ressource d'appui. Moins importantes que les premières, elles sont néanmoins précieuses en période de crise. Par exemple, dans le domaine du transport et des communications, le réseau routier secondaire entre dans cette catégorie, de même que les terminaux urbains et les entreprises de bus. On suppose, en effet, que suite à un grand séisme, une partie de la population sinistrée cherchera à fuir l'agglomération pour trouver refuge chez des parents ou amis, le temps qu'une situation normale soit rétablie.
- 26 Pour chacun des thèmes, des cartes représentant les ressources essentielles et les ressources d'appui ont été réalisées. Par exemple, la carte des ressources d'approvisionnement alimentaire (figure 3) dont la légende indique certains des critères qui ont permis de les sélectionner comme les marchés de distribution d'aliments dont le nombre de postes de vente est supérieur à 300.



**Figure 3. Les ressources de gestion de crise dans le domaine de l'approvisionnement en aliments. Resources for food supply in emergencies**



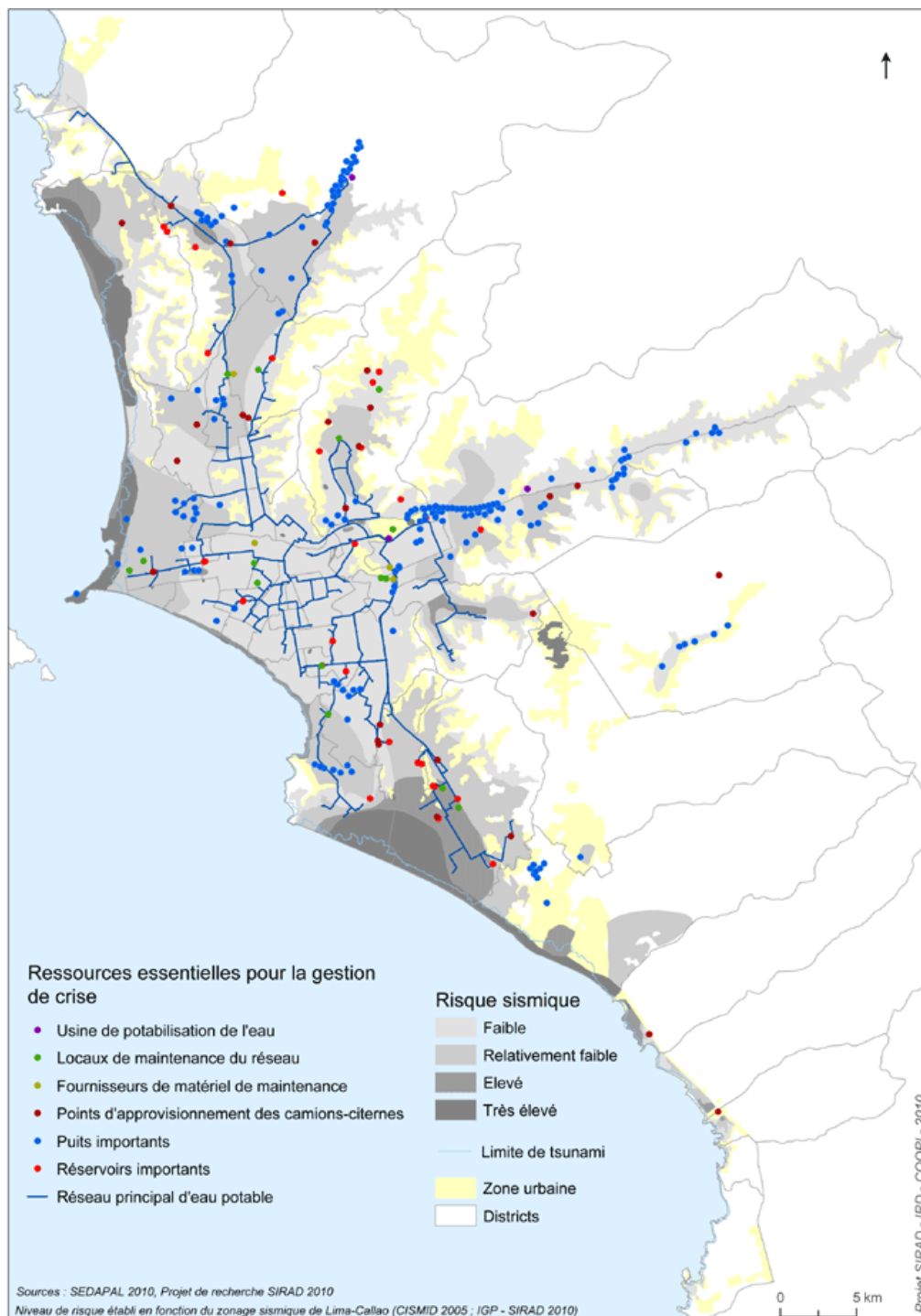
## Vulnérabilité des ressources essentielles et vulnérabilité du système de gestion de crise

- 27 À partir des informations de la base de données SIRAD et de l'identification des ressources essentielles de la gestion de crise, des analyses de vulnérabilité ont été réalisées. Elles sont de deux types : vulnérabilité des ressources (exposition aux aléas, vulnérabilité structurale, difficultés d'accès) et vulnérabilité du système de gestion de crise à Lima.

## La vulnérabilité des ressources par exposition à l'aléa sismique et aux tsunamis

28 La première des vulnérabilités à laquelle on pense dans le contexte de l'occurrence d'un séisme de forte magnitude<sup>10</sup> est l'exposition des ressources de gestion de crise à l'aléa sismique et au tsunami. Pour permettre l'analyse d'exposition aux aléas, les chercheurs en sciences de la terre de l'équipe SIRAD ont réalisé deux cartes : la carte du zonage sismique<sup>11</sup> de l'agglomération liménienne et la carte des zones d'inondation provoquée par un tsunami<sup>12</sup>. La dangerosité de l'exposition a été hiérarchisée en fonction des conditions dynamiques de réponse du sol à un séisme et de la hauteur de la vague d'inondation et chaque ressource a été caractérisée par un niveau d'exposition. Une cartographie de la vulnérabilité des ressources par exposition à l'aléa sismique et aux tsunamis a ainsi été dressée dans chacun des domaines (exemple de la carte concernant les ressources d'approvisionnement en eau, figure 4). Ces cartes permettent aux décideurs de localiser les ressources qui risquent d'être endommagées et donc d'envisager des mesures de prévention à mettre en œuvre pour y remédier. Elles permettent aussi de repérer les espaces de l'agglomération où l'endommagement des ressources est susceptible de multiplier les problèmes de gestion de la crise (en particulier là où de très nombreuses ressources pourraient être perdues).

**Figure 4. Vulnérabilité des ressources en eau par exposition à l'aléa sismique et au tsunami.**  
**Vulnerability of the essential water resources for emergencies due to exposure to seismic and tsunami hazards**



### La vulnérabilité structurale et fonctionnelle des ressources

29

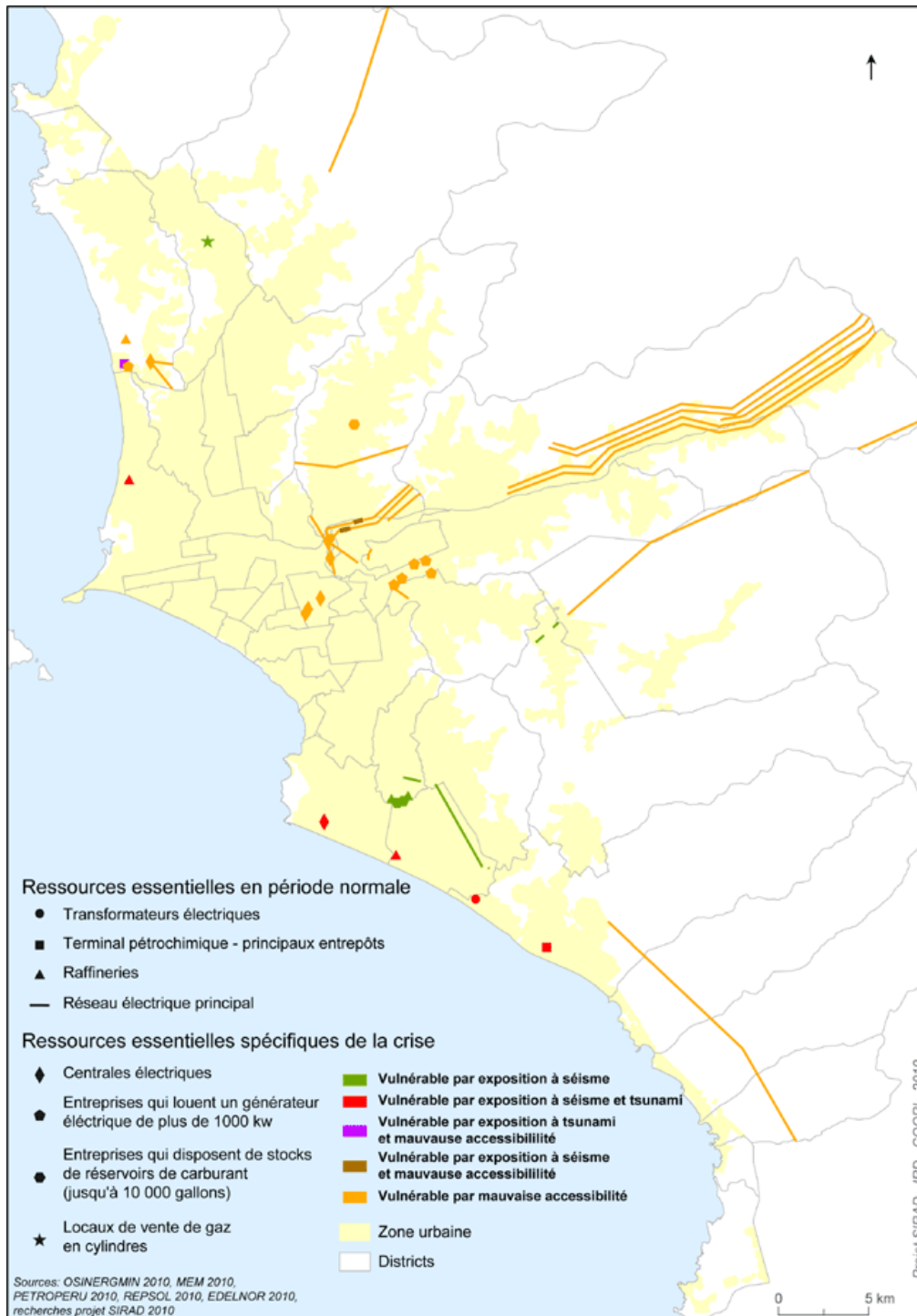
L'exposition à l'aléa sismique ne renseigne toutefois que partiellement sur la vulnérabilité des ressources. En effet, une ressource peut être localisée dans une zone très exposée aux séismes compte tenu du mauvais comportement du sol, sans que l'on puisse conclure sur les dommages qu'elle est susceptible de subir, ce qui est le cas, par exemple, de la raffinerie de produits pétroliers de Conchán. En effet, le respect des normes parasismiques laisse à penser que l'établissement est suffisamment résistant pour faire face à un séisme majeur. Ici, sans une analyse détaillée de vulnérabilité structurale de la ressource, on peut seulement supposer que cette dernière subira des dommages entravant son fonctionnement (et provoquant des difficultés pour d'autres ressources par réaction en chaîne).

- 30 Les limites de l'analyse de vulnérabilité par exposition aux aléas invitent donc à mettre en œuvre des analyses complémentaires de vulnérabilité structurale. Ces analyses doivent se focaliser sur les ressources essentielles de gestion de crise ce qui permet d'orienter les décideurs dans une démarche de prévention, tout en la rendant plus économique car ciblée sur des ressources en nombre limité. Dans le cadre du projet SIRAD, l'analyse de vulnérabilité structurale n'a été menée que sur les principaux établissements de soins<sup>13</sup>. Ce type de ressource est représentatif de l'interprétation que l'on peut donner de la carte de zonage sismique. Suivant cette dernière, aucun des 23 hôpitaux majeurs de la capitale ne se situe sur les sols de plus mauvaise qualité. En revanche, l'analyse structurale a montré de grandes faiblesses pour la majorité d'entre eux, associées à un bâti dégradé ou encore à des effets de sites invisibles à l'échelle du zonage sismique.
- 31 La vulnérabilité fonctionnelle est une autre forme de vulnérabilité, complémentaire de la vulnérabilité structurale, dans le sens où elle cherche également à mettre en évidence les facteurs susceptibles d'affecter le bon fonctionnement d'une ressource. Ici, ce sont les capacités d'organisation de la ressource et son autonomie, qui déterminent le degré de vulnérabilité. Si ce degré est élevé, la ressource pourrait être inutilisable pour faire face à la crise, alors même que sa structure physique n'aura pas été endommagée. Dans le domaine des soins d'urgence, les analyses combinées de vulnérabilité structurale et fonctionnelle portant sur les grands hôpitaux de Lima indiquent que plus de la moitié des 10 400 lits concernés pourraient être inutilisables en cas de séisme majeur.

### La vulnérabilité des ressources liée aux problèmes d'accessibilité

- 32 La plupart des analyses de vulnérabilité ne prennent en compte que l'exposition à l'aléa, alors que les formes de vulnérabilité sont beaucoup plus variées (D'Ercole et al., 2009b). L'une des formes qui a été retenue dans le projet SIRAD est la difficulté d'accès physique aux ressources. En effet, une mauvaise accessibilité des ressources de gestion de crise ou la difficulté de les déplacer rend difficile ou empêche leur mobilisation pour porter secours aux victimes, dégager les voies de communication ou procéder à la réhabilitation des services urbains. S'il est difficile d'anticiper ce que sera l'accessibilité réelle de chacune des ressources pendant une crise, certaines données du fonctionnement urbain habituel peuvent toutefois être prises en compte pour l'évaluer. Dans cette perspective, une cartographie de l'accessibilité à Lima, de jour comme de nuit, a été bâtie à partir de 39 zones d'accessibilité (déterminées en fonction de ruptures majeures de l'espace : cours d'eau, reliefs, voies routières majeures, grands espaces fermés, etc.) et de critères d'accessibilité (densité du réseau routier, largeur des voies, nombre d'entrées dans une zone donnée, congestion véhiculaire, etc.).
- 33 À l'instar des cartes d'exposition aux aléas, des cartes d'accessibilité des ressources ont été réalisées et les analyses ont conclu que les ressources étaient souvent plus vulnérables à cause de leur mauvaise accessibilité que de leur exposition aux aléas. C'est le cas de plusieurs établissements de santé dont l'accessibilité est très réduite durant la journée en raison des embouteillages. Il en va de même pour la plupart des zones d'activités économiques qui à la fois concentrent un grand nombre de personnes et constituent des ressources clés pour la récupération post-sismique. La question de l'accessibilité concerne aussi le domaine de l'énergie (figure 5) où les ressources (réseau électrique, poste de transformation de la tension électrique, centrales de production d'électricité, etc.) auront besoin d'être réparées par les équipes de maintenance qui devront y accéder. Il en va de même pour les raffineries et lieux de stockage des combustibles qui devront être rendus accessibles aux camions-citernes, notamment. Une rupture dans la distribution du combustible compliquera inévitablement la gestion de crise à Lima, touchant rapidement d'autres ressources comme les hôpitaux, les ressources de mobilité ou encore les engins de déblaiement, susceptibles de connaître de graves dysfonctionnements par insuffisance d'énergie, même si elles ne sont pas directement endommagées par le séisme.

**Figure 5. Ressources essentielles et de 2<sup>e</sup> niveau les plus vulnérables (à l'aléa sismique, au tsunami et par mauvaise accessibilité) de l'approvisionnement en énergie. *Most vulnerable (due to exposure to hazards and to bad accessibility) energy resources***



## La vulnérabilité du système de gestion de crise

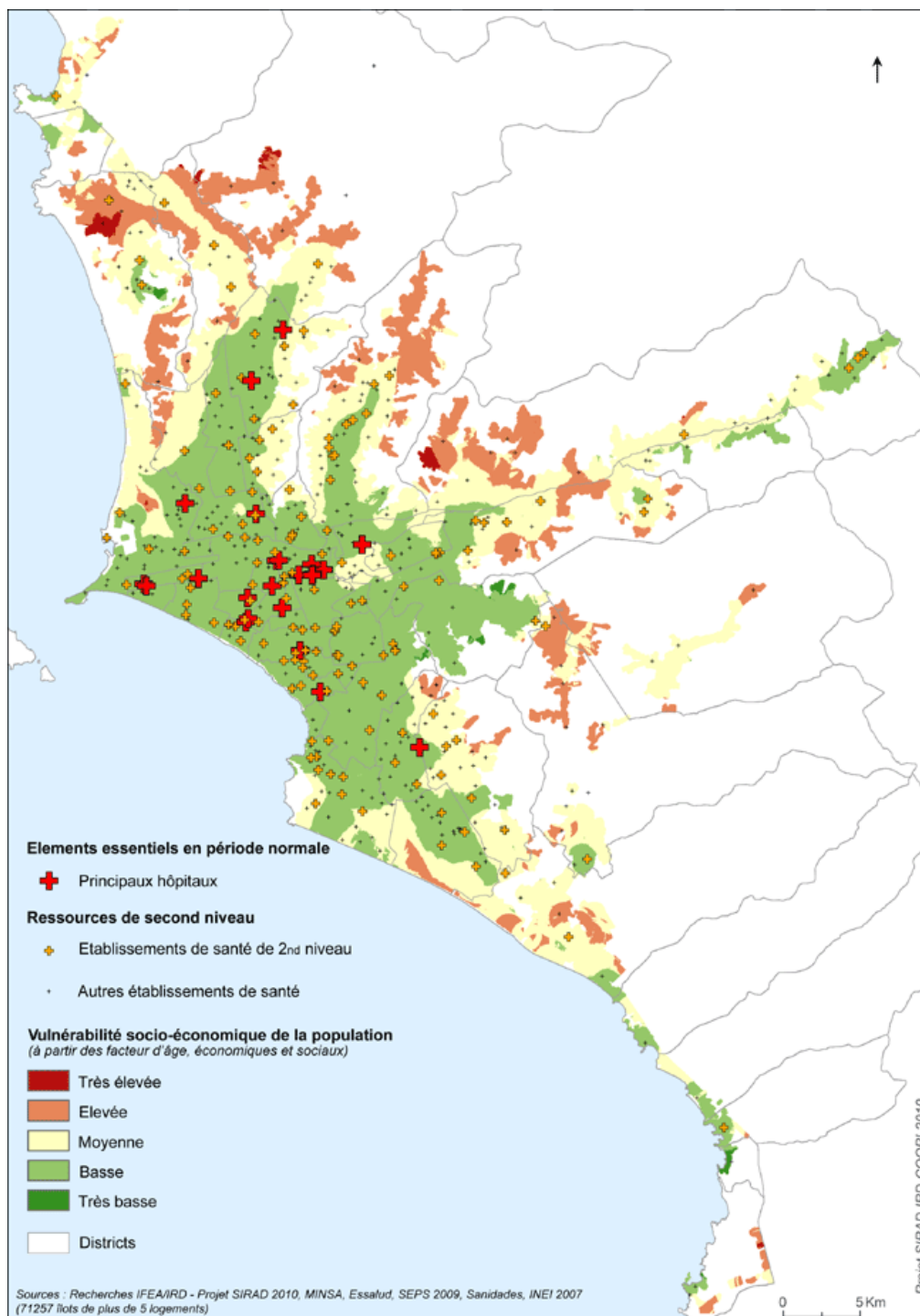
34 Les situations de crise majeure sont caractérisées par la perte, le dysfonctionnement ou la difficulté de mobilisation des ressources de gestion de crise. À travers l'exposition aux aléas et l'accès physique aux ressources, l'approche spatiale souligne la vulnérabilité plus ou moins grande de ces dernières. Ceci dit, l'intérêt de l'approche spatiale ne s'arrête pas aux ressources. Elle permet également de mettre en évidence la vulnérabilité du système de gestion de crise à Lima à partir de l'analyse de l'articulation spatiale et fonctionnelle entre les ressources de gestion de crise et les espaces vulnérables. En effet, une mauvaise adéquation spatiale et

fonctionnelle entre l'offre et les besoins en ressources constitue une forte vulnérabilité du système de gestion de crise.

35 Le projet SIRAD a mis en évidence ce type de vulnérabilité dans de nombreux domaines. Par exemple, les zones de refuges identifiées, susceptibles d'accueillir un grand nombre de familles sinistrées, sont inégalement réparties sur le territoire. Sur les 49 districts que compte l'agglomération, 27 sont en mesure d'offrir un refuge à 10 % au plus de leur population, sept autres ne disposent d'aucune place disponible. Par ailleurs, ces zones sont nettement plus nombreuses au sud de la capitale qu'au nord en raison de meilleures conditions d'espace et de services. Le nord présente des districts à forte densité de population, mais les refuges potentiels n'y sont pas suffisants.

36 Un autre exemple est fourni par l'assistance médicale d'urgence (figure 6). Les principaux hôpitaux de Lima, en position centrale, sont éloignés des lieux où les besoins seront vraisemblablement élevés en cas de séisme majeur : les quartiers périphériques qui concentrent la population la plus vulnérable sur le plan socio-économique, ce qui signifie en même temps auto-construction, mauvaise qualité du bâti, fragilité en cas de séisme et un nombre de blessés potentiellement élevé.

**Figure 6. Proximité de la population vulnérable à un établissement de soin. *Proximity of vulnerable population to a health facility***



37 Ces deux exemples sont révélateurs d'un système de gestion de crises liménien très fragile, insuffisamment pensé et documenté, à l'image de ce qui a été observé dans la région de Pisco suite au séisme de 2007. Dans ces conditions, la capacité des autorités nationales et métropolitaines à gérer une situation d'urgence liée à un séisme majeur est fortement mise en cause.

## Conclusion

38 La vulnérabilité du système de gestion de crise, et par voie de conséquences celle de l'agglomération urbaine n'est pas seulement liée à des questions d'adéquation spatiale entre ressources et besoins. Elle relève également de questions institutionnelles et de relations entre acteurs. De la même manière, toutes les ressources ne sont pas matérielles et localisables.



Certaines sont immatérielles et relèvent des institutions (compétences, procédures légales, accords, protocoles, plans, budgets, etc.). Cependant, l'analyse des crises passées met en évidence des dysfonctionnements humains et techniques qui correspondent bien souvent à des défauts d'appréciation de phénomènes spatiaux, de dynamiques ou d'interactions spatiales et à l'absence de préparation dans ces domaines.

39 C'est pourquoi l'analyse des dimensions géographiques de la gestion des crises constitue un angle d'approche pertinent, permettant de contribuer à anticiper et améliorer la gestion d'une situation d'urgence liée à la survenue d'un séisme majeur à Lima. Cela implique de réfléchir sur la manière d'identifier les ressources de gestion de crise et d'apprécier la vulnérabilité tant de ces ressources que celle du système de gestion de crise, suivant une approche spatiale et territoriale encore insuffisamment exploitée.

40 Le projet SIRAD constitue une avancée pour l'approche spatiale, et des travaux en cours, menés par l'équipe PACIVUR de l'IRD, explorent plus spécifiquement l'aspect territorial, c'est-à-dire celui qui associe l'espace, les ressources, les acteurs et leur système de gestion, notamment pour réfléchir en termes d'autonomie ou au contraire de dépendance des territoires en période de crise. Les travaux réalisés et à venir sont permis grâce à la base de données géoréférencées construite dans le cadre du projet SIRAD. Cette base de données urbaine avait un objectif opérationnel en constituant un outil de réflexion, d'anticipation et d'aide à la décision. Ce caractère opérationnel a été renforcé par l'approche participative qui a guidé une partie du projet et par la prise en charge officielle de la base par l'Institut national de protection civile péruvien (INDECI). Mais cette base de données et ses applications spatiales et territoriales constituent en même temps un excellent instrument pour la recherche scientifique sur les questions de gestion de crise et sur la vulnérabilité de grandes agglomérations urbaines. Cela montre de manière claire que la gestion de crise n'est plus seulement une affaire de sécurité civile et que parmi les chercheurs impliqués dans cette réflexion, les géographes ont encore beaucoup à apporter.

## Remerciements

41 Le projet SIRAD (Sistema de información geográfico y análisis de recursos esenciales para la respuesta y recuperación temprana ante la ocurrencia de un sismo y/o tsunami en el área metropolitana de Lima y Callao, PNUD/SDP-052/2009) a pu être réalisé grâce au financement de ECHO, à la supervision du PNUD et à l'appui de l'INDECI dans le cadre du programme "Preparación ante desastre sísmico y/o tsunami y recuperación temprana en Lima y Callao". De nombreuses personnes et institutions publiques et privées impliquées dans la gestion des risques et des crises à Lima ont participé à ce projet : qu'elles en soient remerciées.

---

## Bibliographie

Barreau, L., 2010, *Impacts des séismes à Lima et évolution de la gestion de crise sismique au Pérou*, Master 1 Territoires, Sociétés, Aménagement et Développement, Université Paul Valéry, Montpellier, 86 p.

Carpio, J. et H. Tavera, 2002, Estructura de un catálogo de tsunamis para el Perú, basado en el catálogo de Gusiakov, *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, vol. 94, p. 45-59

Cutter, S.-L., J.T. Mitchell et M.S. Scott, 2000, Revealing the vulnerability of people and place: a case study of Georgetown County, South Carolina, *Annals of the Association of American Geographers*, 90 (4), p. 713-737

De Ribas, N., 2011, Le tremblement de terre de Lima de 1746 : témoignages, actions et pensées de la catastrophe naturelle, *e-Spania*, 12, [En ligne] URL : <http://e-spania.revues.org/20760>, consulté le 02 février 2012

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

D'Ercole, R., J. Chandès, H. Perfettini et L. Audin, 2007, Le séisme de Pisco du 15 août 2007. Entre urgence et reconstruction, *EchoGéo*, 3,11, [En ligne] URL : <http://echogeo.revues.org/2109>, consulté le 26 octobre 2011

- D'Ercole, R., P. Gluski., S. Hardy et A. Sierra, 2009a, Vulnérabilités urbaines dans les pays du Sud, *Cybergeo : European Journal of Geography*, Dossiers Vulnérabilités urbaines au sud, [En ligne] URL : <http://www.cybergeo.eu/index22151.html>, consulté le 26 octobre 2011
- D'Ercole, R., S. Hardy, P. Metzger et J. Robert (ed), 2009b, Vulnerabilidades urbanas en los países andinos (Bolivia, Ecuador, Perú), *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 38, 3, 576 p.
- D'Ercole, R., P. Metzger, J. Robert, S. Hardy, P. Gluski-Chraïbi, P. Vernier, A. Sierra, H. Perfettini et B. Guillier, 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", ECHO / PNUD / INDECI / COOPI / IRD, Lima, 184 p.
- Grünewald, F et B. Renaudin, 2010, *Etude en temps réel de la gestion de la crise en Haïti après le séisme du 12 janvier 2010*, mission du 9 au 23 février 2010, Etude financée par la Délégation aux Affaires Stratégiques du Ministère de la Défense, Paris, 73 p.
- INDECI, 2009, *Lecciones aprendidas del Sur. Sismo de Pisco, 15 de agosto 2007*, INDECI-DFID / Soluciones Prácticas / ITDG, Lima, 232 p.
- Lagadec, P., 2003, La recherche confrontée à la question des crises, *Risques collectifs et situations de crise. Apports de la recherche en sciences humaines et sociales*, Éditions de L'Harmattan, Paris, p. 297-316
- Lagadec, P., 2007, *Katrina : Examen des rapports d'enquête - Tome 1 : "A Failure of Initiative"*, US House of Representative, *Cahiers du Laboratoire d'Econométrie*, n° 2007-07, Ecole Polytechnique, 140 p.
- Lane, L.R., G.A. Tobin et L.M. Whiteford, 2003, Volcanic hazard or economic destitution: hard choices in Baños, Ecuador, *Environmental Hazards*, 5, p. 23-34
- Lee, B. et F. Preston, 2012, *Preparing for High-impact, Low-probability Events. Lessons from Eyjafjallajökull*, The Royal Institute of International Affairs, Chatham House, 62 p.
- MML, 2005, *Estrategia de Desarrollo Integral y reducción de la pobreza en Lima Metropolitana*, Proyecto « Construyamos Futuro » de la Municipalidad Metropolitana de Lima y el Banco Mundial, Lima, 213 p.
- Morel, V., Ph. Deboudt, A-P. Hennequin, V. Herbert et C. Meur-Ferec, 2006, Regard rétrospectif sur l'étude des risques en géographie à partir des publications universitaires (1080-2004), *L'Information géographique*, 70, p. 6-24
- Munich Re, 2011, *Group Annual report 2010*, Munich Re, Munich, 332 p.
- Musset, A., 2002, *Villes nomades du Nouveau Monde*, Édition de l'EHESS, Paris, 398 p.
- Neuvel, J. et S. Zlatanova, 2006, The void between risk prevention and crisis response, *Proceedings of UDMS'06*, Aalborg, Denmark, 15-17 May 2006, 14 p.
- Pérez-Mallaína Bueno, P., 2001, *Retrato de una sociedad en crisis. La sociedad limeña ante el movimiento sísmico de 1746*, PUCP, Sevilla, 477 p.
- Quarantelli E., L. (ed.), 1998, *What is a disaster? Perspectives on the question*, Routledge, New York, 312 p.
- Pigeon, P., 2006, L'efficacité des politiques gérant les risques dits naturels en France : lecture géographique, *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles*, Col. Géorisques n° 1, publications de Montpellier III, p. 27-34
- Pulido, N., H. Tavera, H. Perfettini, M. Chlieh, Z. Aguilar, S. Aoi, S. Nakai et F. Yamazaki, 2011, Estimation of slip scenarios for megathrust earthquakes: a case study for Peru, *4th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion August 23-26, 2011*, University of California, Santa Barbara, 6 p.
- Rocha, J.L. et I. Christoplos, 2001, Disaster mitigation and preparedness on the Nicaraguan post-Mitch agenda, *Disasters*, 25(3), p. 240-250
- Silgado, E., 1978, *Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974)*, Instituto de Geología y Minería, Lima
- Tavera, H. et I. Bernal, 2005, Distribución especial de áreas de ruptura y lagunas sísmicas en el borde oeste del Perú, *Volumen especial Alberto Giesecke Mato*, 6, p. 89-102
- Tunstall, S., 2004, La gestion des inondations en Angleterre et au Pays de Galles, *Risques naturels et aménagement en Europe*, Armand Colin, Paris, p. 88-107

- Voight, B., 1990, The 1985 Nevado del Ruiz volcano catastrophe: anatomy and retrospection, *J. Volc. Geoth. Res.*, 42, p. 51-188
- Walker, C., 2008, *Shaky Colonialism. The 1746 Earthquake-Tsunami in Lima, Peru, and its long aftermath*, Duke University Press, Durham, 260 p,
- Werrity, A., 2006, Sustainable flood management: oxymoron or a new paradigm, *Area*, 38, 1, p. 16-23
- Weichselgartner, J., 2001, Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited, *Disaster Prevention and Management*, vol. 10, 2, p. 85-94

## Notes

- 1 *Sistema de Información sobre Recursos para la Atención de Desastres en Lima y Callao.*
- 2 PACIVUR : Programme andin de formation et de recherche sur la vulnérabilité et les risques en milieu urbain (IRD, UMR 8586 PRODIG) : un programme régional (Bolivie, Pérou, Équateur) lancé en avril 2006.
- 3 Cette démarche a conduit à bâtir un corpus de données comportant 16 domaines que l'on peut regrouper en trois grands champs de recherche : la population de la ville et ses besoins intrinsèques (population, éducation, santé, loisirs, patrimoine, culture), l'économie et la gestion de la ville (entreprises, valeurs du sol, administration, capitalité) et la logistique urbaine (eau, électricité, combustibles, aliments, télécommunications, mobilité).
- 4 Magnitude égale à 8.0 Mw ou supérieure.
- 5 *Preparación ante Desastre Sísmico y/o Tsunami y Recuperación Temprana en Lima y Callao*, <http://www.indeci.gob.pe/proyecto58530/index.php>
- 6 Le reste du pays a cependant connu des catastrophes de très grande ampleur comme le séisme de 1970 (65 000 morts dans le département d'Ancash, à 350 km au nord de Lima).
- 7 L'IRD s'est chargé du volet scientifique et technique du projet ; l'ONG COOPI en a assuré la gestion administrative et financière.
- 8 Les zones d'activités ont été retenues comme ressources essentielles pour la période de récupération post-sismique.
- 9 Le format shape est un format vectoriel qui associe la localisation d'un objet géographique à des informations numériques et/ou alphanumériques stockées sous forme de tables attributaires associées à chaque objet. Il s'agit d'un format créé par l'entreprise ESRI, conceptrice du programme ArcGis. C'est actuellement le format plus couramment utilisé par les systèmes d'information géographique.
- 10 Le scénario d'un séisme de magnitude 8.5 Mw dont l'épicentre est en mer, face aux côtes de Callao a été considéré comme étant le plus probable. Toutefois, il convient de rappeler qu'en 1746, le séisme accompagné d'un tsunami qui a détruit Lima et Callao était d'une magnitude de l'ordre de 9.0 Mw.
- 11 Cette carte a été bâtie à partir d'une carte de zonage sismique réalisée par le CISMID (*Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, Universidad Nacional de Ingeniería*) en 2005 et complétée par l'IGP (Institut Géophysique du Pérou) dans le cadre du projet SIRAD.
- 12 Cette carte a été réalisée par un géophysicien de l'IRD et un consultant de la DHN (*Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú*).
- 13 Une analyse plus légère, fondée uniquement sur l'observation visuelle, a également concerné les principaux ponts et échangeurs routiers.

## Pour citer cet article

### Référence électronique

Robert D'Ercole, Sébastien Hardy, Pascale Metzger, Jérémy Robert et Pauline Gluski, « Les dimensions spatiales et territoriales de la gestion de crise à Lima », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 12 Numéro 1 | mai 2012, mis en ligne le 29 mai 2012, consulté le 02 octobre 2012. URL : <http://vertigo.revues.org/12009> ; DOI : 10.4000/vertigo.12009

## À propos des auteurs

### Robert D'Ercole

Directeur de recherche, géographe, Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR 8586 PRODIG, Centre de Recherche d'Île de France, 32, avenue Henri Varagnat, 93 143 Bondy cedex, France, Courriel : [robert.dercole@ird.fr](mailto:robert.dercole@ird.fr)

**Sébastien Hardy**

Chargé de recherche, géographe, Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR 8586 PRODIG, Centre de Recherche d'Île de France, 32, avenue Henri Varagnat, 93 143 Bondy cedex, France, Courriel : [sebastien.hardy@ird.fr](mailto:sebastien.hardy@ird.fr)

**Pascale Metzger**

Chargée de recherche, géographe, Institut de Recherche pour le Développement (IRD) UMR 8586 PRODIG, Casilla 18-1209, 18 Lima, Pérou, Courriel : [pascale.metzger@ird.fr](mailto:pascale.metzger@ird.fr)

**Jérémy Robert**

Doctorant, géographe, Université de Savoie, UMR 5204 - IFEA UMIFRE 17 Casilla 18-1217, Miraflores, 18 Lima, Pérou, Courriel : [jeremy.robert@univ-savoie.fr](mailto:jeremy.robert@univ-savoie.fr)

**Pauline Gluski**

Ingénieure d'étude, géographe spécialiste en analyse spatiale et cartographie, Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR 8586 PRODIG, Casilla 18-1209, 18 Lima, Pérou, Courriel : [pauline.gluski@ird.fr](mailto:pauline.gluski@ird.fr)

---

***Droits d'auteur***

© Tous droits réservés

---

***Résumés***

Les questions posées par la gestion d'une crise majeure sur un territoire urbain, comme celle que pourrait provoquer un séisme ou un tsunami de grande amplitude à Lima, constituent une problématique peu abordée par la géographie. C'est pourquoi l'équipe de recherche PACIVUR de l'IRD, dans le cadre du projet SIRAD, a posé l'hypothèse que la gestion d'une situation de crise sur un territoire consistait, d'un point de vue spatial et territorial, à mettre en relation les lieux affectés par la catastrophe et les lieux qui disposent des ressources permettant de secourir les premiers. À partir de cette hypothèse, la recherche réalisée à Lima a consisté à construire une base de données géoréférencées sur les ressources de gestion de crise, puis à analyser leur vulnérabilité et leur répartition sur le territoire par rapport à la localisation des espaces les plus vulnérables (qui auront donc potentiellement besoin de secours). Cette approche permet d'identifier les lieux critiques lors d'une situation d'urgence et de mettre à jour la vulnérabilité du système de gestion de crise.

Geography does not really address the issue of the management of a major crisis in an urban area, such as that could cause an earthquake and / or a large magnitude tsunami in Lima. Therefore the PACIVUR research team from the IRD, in the framework of the SIRAD project has assumed that the management of a crisis in a territory consisted in making, in terms of space and territory, a connection between areas affected by the disaster and areas that have the resources that will help the first. From this assumption, research conducted in Lima was to build a geo-referenced database about the resources for crisis management, and to analyze their vulnerability and their distribution in the territory in relation to the location of the most vulnerable areas (which will potentially need help). This approach allows identifying critical areas at the time of an emergency situation, and revealing the vulnerability of the crisis management system.

La geografía muy raramente ha considerado la gestión de una crisis mayor en un área urbana, como la que podría causar un terremoto y / o un tsunami de gran magnitud en Lima. Por esto, el equipo de investigación PACIVUR del IRD, en el marco del proyecto SIRAD, planteó la hipótesis de que la gestión de una crisis en un territorio consiste, desde un punto de vista espacial y territorial, en relacionar las áreas afectadas por el desastre y las que cuentan con los recursos que ayudarían a las primeras. En base a esta hipótesis, la investigación realizada

en Lima consistió en crear una base de datos geo-referenciados sobre los recursos de gestión de crisis, para poder analizar su vulnerabilidad y su distribución en el territorio en relación con la ubicación de las áreas más vulnerables (las que potencialmente necesitarán ayuda). Este enfoque permite identificar áreas críticas en una situación de emergencia y revelar la vulnerabilidad del sistema de gestión de crisis.

***Entrées d'index***

***Mots-clés*** : base de données, ressources, gestion de crise, vulnérabilité, territoire, séisme, Lima, Pérou

***Keywords*** : database, resources, crisis management, vulnerability, territory, earthquake, Lima, Peru

***Palabras claves*** : base de datos, recursos, gestión de crisis, vulnerabilidad, territorio, sismo, Lima