

**DU CONCEPT À LA MESURE DE LA VULNÉRABILITÉ AUX  
RISQUES NATURELS : MUTATIONS ET OUVERTURES DANS  
L'ANALYSE GÉOGRAPHIQUE**

**Nathalie Pottier  
Bruno Barroca**

Le thème des vulnérabilités est abordé à travers la question des risques en géographie<sup>1</sup>. Dans l'analyse classique, le risque se définit comme le produit de deux composantes "indépendantes" que sont l'aléa<sup>2</sup> et la vulnérabilité<sup>3</sup>. La vulnérabilité est l'objet de multiples définitions mais aucun consensus n'a abouti en France sur sa définition. Le terme de vulnérabilité peut dans un premier temps s'exprimer en référence à la définition discutable mais officielle donnée par le Ministère de l'Écologie en 1999 dans le Guide des Plans de prévention des risques : "le niveau de conséquences dommageables prévisibles d'un phénomène naturel sur les enjeux". Les enjeux sont définis comme "les personnes, biens, activités patrimoine, etc., susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel"<sup>4</sup>. Les dommages, toujours en référence au guide Plan de prévention des risques naturels, sont entendus comme les conséquences économiques négatives d'un phénomène naturel sur les biens, activités, personnes et sont exprimés sous forme quantitative et monétaire.

La géographie française accorde aujourd'hui, en liaison avec l'augmentation des victimes et des dommages de catastrophes naturelles, une place de choix à l'étude des risques et de la

---

1. VEYRET Y. & REGHEZZA M., "Vulnérabilité et risques. L'approche récente de la vulnérabilité" in *Annales des Mines, Responsabilité et Environnement* 2006, n°43.

2. Au sens restreint, l'aléa désigne la probabilité d'occurrence d'un phénomène naturel. Plus complètement, l'aléa est la manifestation, sur une durée considérée et pour un espace donné, d'un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité dominée par la dynamique terrestre, potentiellement dangereux et générateur de dommages.

3. THOURET J.C. & D'ERCOLE R., "Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales" in *Cahier des sciences humaines*, 1996, vol.32, n°2.

4. Ministère de l'écologie et du développement durable, *Plans de prévention des risques naturels. Risques d'inondation, Guide méthodologique*, Paris, La Documentation française, 1999.

vulnérabilité. Elle est devenue un des thèmes "fédérateurs" des recherches surtout depuis les années 2000<sup>5</sup>.

Or, force est de constater que persiste une contradiction entre l'augmentation des connaissances scientifiques sur la vulnérabilité et les conséquences toujours plus graves des catastrophes naturelles tant dans les pays développés (cyclone Katrina, 2005 aux États-Unis ; tremblement de terre suivi d'un tsunami, mars 2011 au Japon) que dans les pays en développement.

L'accroissement continu des pertes humaines, matérielles et économiques atteste indéniablement du poids critique des catastrophes naturelles dans les économies des pays. Le premier réassureur mondial, l'allemand Munich-Ré, rapporte en juillet 2011 que "l'accumulation de catastrophes naturelles de grande ampleur au premier semestre 2011 a provoqué des pertes économiques de 191 millions d'euros" et que "la perte semestrielle pour le secteur des assurances s'est établit à 43,3 milliards d'euros, soit cinq fois plus que la moyenne depuis dix ans" ([www.munichere.com](http://www.munichere.com)).

Partant de ce constat, le chapitre explore la notion évolutive de vulnérabilité aux risques naturels et les méthodologies d'évaluation développées jusqu'à aujourd'hui en liaison avec une approche normative : l'objectif de réduction de la vulnérabilité des sociétés aux risques naturels.

La première partie revient sur l'émergence du concept de vulnérabilité en tant que volet du risque et dresse une typologie des définitions qui lui sont attribuées.

La deuxième partie analyse les fondements théoriques et méthodologiques de la mesure de vulnérabilité à partir d'un état de l'art sur la question et termine par une réflexion sur la portée et les limites des outils développés.

La troisième partie invite à une ouverture d'esprit quant aux solutions alternatives qui prônent une nouvelle conception de la vulnérabilité.

5. DONZÉ J., "Chronique bibliographique : l'actualité éditoriale récente dans les revues de géographie" in *Géocarrefour*, 2007, vol.82, n°1-2.

### **Le concept de vulnérabilité aux risques naturels : genèse et définitions**

Sans prétendre à l'exhaustivité, cette première partie aborde la polysémie et la genèse du concept de vulnérabilité en liaison avec l'évolution de la conception de la gestion des risques, notamment d'inondation, dans les politiques publiques. Cette évolution traduit en filigrane aussi les mutations récentes opérées au sein du champ disciplinaire géographique (réconciliation de la géographie physique et humaine) et plus globalement celles de la société d'aujourd'hui dans toute sa complexité, toujours plus exigeante en termes de sécurité et souvent plus vulnérable.

### **L'émergence du concept de vulnérabilité au cœur de l'analyse du risque naturel en géographie**

Reconnaitre l'importance de la vulnérabilité dans l'analyse du risque et l'interprétation des catastrophes ne conduit pas au fatalisme : il s'agit au contraire d'envisager des solutions alternatives pour étoffer les politiques de gestion des risques<sup>6</sup> dans une approche normative de la recherche.

Deux avancées majeures méritent d'être rappelées d'emblée dans l'affirmation de la vulnérabilité comme volet privilégié des objectifs de réduction des risques. L'une est conceptuelle : l'analyse du risque naturel centrée traditionnellement sur les aléas s'est élargie à la notion de vulnérabilité au cours des deux dernières décennies, opérant un véritable virage épistémologique. L'autre en conséquences est méthodologique : le passage d'une conception restrictive, car quantitative et technocentree de la vulnérabilité, à une conception élargie aux aspects qualitatifs "socio-centrée" et systémique.

### **La vulnérabilité : notion évolutive aux multiples facettes**

La vulnérabilité est une notion complexe, aux multiples facettes, évolutive dans le temps et dans l'espace dont la définition synthétique et universelle reste encore difficile à établir<sup>7</sup>. De

6. REGHEZZA M., *Réflexion sur la vulnérabilité métropolitaine : la métropole parisienne face au risque de crue centennale*, thèse de doctorat, Paris, Université de Paris 10, 2006 ; BARROCA B., *Risques et vulnérabilités territoriales. Les inondations en milieu urbain*, thèse de doctorat, Université de Marnes-la-Vallée, 2006.

7. POTIER N., "L'enquête et le diagnostic de vulnérabilités : outils de connaissance des risques et de prévention aux échelons individuels et collectifs"

manière générale, les multiples définitions se regroupent en deux grandes catégories<sup>8</sup> qui désignent tantôt les dommages (vulnérabilité biophysique ou encore analytique), tantôt la propension à subir ces dommages (vulnérabilité sociale ou encore synthétique).

La genèse des représentations associées au terme de vulnérabilité peut être schématisée comme suit (Figure 1) :

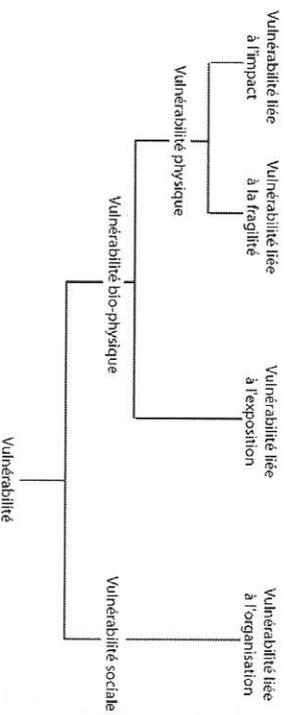


Figure 1 : Genèse des représentations associées au terme de vulnérabilité<sup>9</sup>.

La vulnérabilité biophysique se détermine par la nature de l'aléa, sa probabilité, l'importance de l'exposition des enjeux c'est-à-dire les domaines affectés par le risque (hommes, biens, milieux), leur sensibilité physique.

Aux enjeux reconnus, il est souvent affecté une fonction d'endommagement, exprimée dans une unité de mesure spécifique : nombre de morts, coût financier (pertes d'exploitation ou coût des dommages directs aux biens) ou rapport entre le coût des dommages et le produit national brut du pays frappé. Donc il n'existe pas une mais des mesures de cette catégorie de vulnérabilité. Cette démarche est décrite comme analytique par André Dauphiné<sup>10</sup> qui propose le terme de *vulnérabilité*

in *Géographies et assureurs face aux risques naturels*, MAIF, Université de Versailles Saint-Quentin, C3ED, 2007.

8. BROOKS N., "Vulnerability, risk and adaptation : a conceptual framework" in *Tyndall Centre Working Paper*, University of East Anglia, 2003, n°38.

9. REGHEZZA M., "Définitions de la vulnérabilité, les apports des sciences sociales" in *Risques et vulnérabilité*, Paris, École Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts, 2005.

10. DAUPHINÉ A., "Réflexions préliminaires sur les vulnérabilités analytiques et synthétiques" in VEYRET et al. (s/s la dir. de), *Risques naturels et aménagement en Europe*, Paris, Editions Armand Colin, 2004.

*analytique*, somme toute très proche de la vulnérabilité biophysique.

Quant à la vulnérabilité liée à l'organisation qui conduit à la vulnérabilité sociale (figure 1), elle fait référence à la capacité de réponse de la société à un choc, aussi appelée la résilience. Considérer la vulnérabilité sociale permet d'agir en l'absence de certitudes sur l'aléa et l'exposition. Ainsi, la vulnérabilité devient une propriété intrinsèque de la société, un facteur interne de risque indépendant de l'aléa, au sens où il préexiste à ce dernier<sup>11</sup>. Pour de nombreux chercheurs, elle est le produit de phénomènes sociaux spécifiquement urbains dans un contexte d'exposition aux phénomènes naturels. L'évaluation de cette vulnérabilité est donc liée à l'évaluation d'un système<sup>12</sup>. Ce système dynamique dans le temps et dans l'espace trouve ses racines dans le fonctionnement même de la ville<sup>13</sup>. Le système de vulnérabilité se compose d'éléments vulnérables (les enjeux exposés) et de facteurs de vulnérabilité (naturels et humains) qui peuvent engendrer des situations plus ou moins dangereuses pour la société exposée.

André Dauphiné<sup>14</sup> reprend cette notion de système en englobant cette catégorie sous le terme de *vulnérabilité synthétique*. Il la définit comme "la fragilité d'un système dans son ensemble, et de manière indirecte sa capacité à surmonter la crise liée à un choc telle une catastrophe naturelle". Le passage de la notion d'enjeu à la notion de système permet d'intégrer la résilience, c'est-à-dire la capacité d'un système à absorber le changement et à persister au-delà d'une perturbation. Il précise que lorsqu'un système social, urbain, etc. possède une bonne résilience, sa vulnérabilité est faible. Ainsi la vulnérabilité apparaît comme synonyme de fragilité / faiblesse et la résilience synonyme de résistance / force.

Gilles Hubert et Bruno Ledoux<sup>15</sup> précisent que c'est le caractère socio-économique d'un système dans son ensemble qui

11. REGHEZZA M., *op. cit.*

12. D'ERCOLE R., THOURET J.C., DOLLFUS O. & ASTÉ P., "Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie, modes d'analyse" in *Revue de géographie alpine*, 1994, tome 82, n°4.

13. THOURET J.C. & D'ERCOLE S., *loc. cit.*

14. DAUPHINÉ A., *loc. cit.*

15. HUBERT G. & LEDOUX B., *Le Coût du risque, L'évaluation des impacts socio-économiques des inondations*, Paris, Presses de l'École nationale des ponts et chaussées, 1999.

traduit sa fragilité face au risque. Leur analyse vise ainsi à mesurer la propension de ce système à subir des dommages en cas de survenance d'un événement (ou mesurer sa faculté à résister aux impacts). Elle doit considérer trois groupes de facteurs de vulnérabilité à prendre en compte : les facteurs de vulnérabilité intrinsèques (techniques et organisationnels) en relation avec la réalité physique ; les facteurs de vulnérabilité liés à la gestion de la crise (variables culturelles et institutionnelles) ; les facteurs de vulnérabilité liés à la gestion post-crise.

Les facteurs de vulnérabilité synthétique peuvent également se décliner en : vulnérabilité structurelle ou physique (résistance des bâtiments et des installations)<sup>16</sup> ; vulnérabilité fonctionnelle ou systémique (organisation territoriale, effets dominos et d'interdépendance, au cœur de la crise, en post-crise et sur le long terme) ; vulnérabilité perçue ou représentée, laquelle conditionne la réponse des acteurs.

### Mesurer la vulnérabilité : d'une approche technique et comptable à une approche plus globale et sociale de la vulnérabilité aux risques naturels

Les méthodes de mesure globalement regroupées autour des deux approches analytique et synthétique ne sont pas simples<sup>17</sup> : la première se fonde sur les éléments vulnérables (enjeux) pour obtenir une évaluation économique ou comptable (c'est-à-dire chiffrable) de la vulnérabilité (ce que les géographes nomment approche quantitative ou semi-quantitative) ; la seconde se base davantage sur les facteurs de vulnérabilité pour obtenir une évaluation dite qualitative (non comptable) qui doit aboutir à une résilience post-crise.

Le schéma réactualisé (encadrés noirs) de Stéfán D'Ercole, montre les relations qui existent entre ces méthodes (quantitatives, semi-quantitatives, qualitatives) par une description transversale des vulnérabilités des sociétés et des espaces urbains (figure 2).

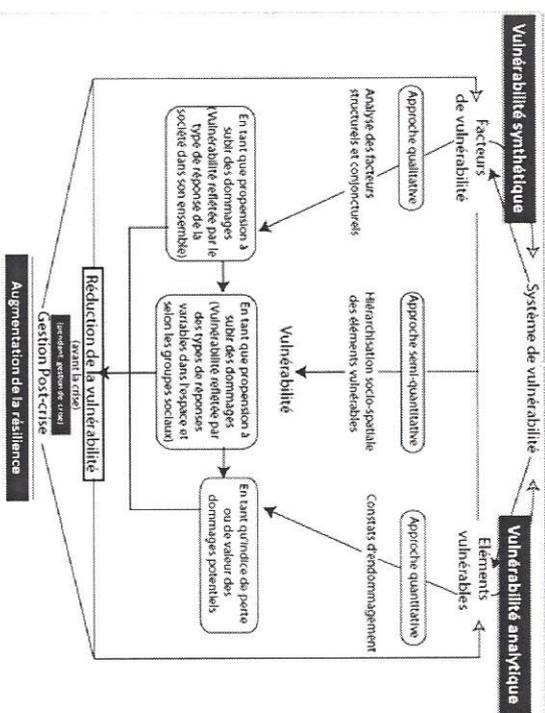


Figure 2 : Synthèse des différentes approches de la vulnérabilité et relation<sup>18</sup>.

### Des approches d'abord quantitatives (comptables) de la vulnérabilité aux risques naturels

À partir des éléments vulnérable (enjeux), il s'agit de mesurer les conséquences *a priori* d'un phénomène. La vulnérabilité est ici conçue soit comme le pourcentage de ce qui peut être perdu en cas de sinistre, soit comme le coût économique des dommages probables. Cette démarche est de loin la plus employée et la plus ancienne, dite aussi techniciste. Son but est généralement d'aider les décideurs à formuler et à chiffrer leurs politiques de prévention notamment avec des analyses coûts-bénéfices. Ce n'est qu'à partir des années 1970 que l'endommagement sera désigné sous le vocable "vulnérabilité" et enrichi d'un volet supplémentaire portant sur l'exposition des enjeux et par extension le degré d'exposition, qui permet de spatialiser et cartographier les enjeux.

16. GLEYZE J.F. & REGHEZZA M., "La vulnérabilité structurelle comme outil de compréhension des mécanismes d'endommagement" in *Géocarrefour*, 2007, vol.82, n°1-2; BONNET E., *Risques industriels : évaluation des vulnérabilités territoriales*, Le Havre, Université du Havre, thèse de doctorat, 2002.

17. DAUPHINÉ A., *loc. cit.*

18. D'après D'ERCOLE S., THOURET J.-C., DOLLFUS O. & ASTÉ P., *loc. cit.*

Les études appuyées sur ces démarches d'évaluation des vulnérabilités sont relativement anciennes, nombreuses et complètes aux États-Unis et en Angleterre.

En France, elles sont postérieures aux années 1980 jusque là dominées par les recherches sur l'aléa. Les méthodes se sont attachées au départ à répondre aux exigences de l'État<sup>19</sup> pour la mise en œuvre des Plans d'exposition aux risques (1984) qui réclamaient la réalisation d'une carte de "vulnérabilité" (en fait de localisation des enjeux sensibles : écoles, hôpitaux, etc.) associée à celle de l'aléa pour la cartographie du risque. Les méthodes visaient aussi à répondre aux demandes des assureurs dans le cadre du système d'indemnisations des victimes de catastrophes naturelles issu de la loi d'indemnisation de 1982.

Les démarches développées initialement s'inspirent largement de l'expérience anglaise<sup>20</sup>. Elles furent soit analytiques *a priori* de type coût/bénéfice, consistant à traduire les vulnérabilités en unité monétaire, à réaliser des constats d'endommagement débouchant sur des simulations de sinistres<sup>21</sup>, ou encore à cartographier le degré d'endommagement des populations en fonction de l'exposition des enjeux (lesquels peuvent être affinés maintenant par les systèmes d'information géographiques). Soit elles s'appuyèrent sur des démarches dites "phénoménologiques" *a posteriori*, consistant à analyser les vulnérabilités à partir de retours d'expérience ou à estimer le coût moyen annuel des dommages potentiels à l'échelle d'un bassin versant.

### Vers des approches semi-quantitatives intégrant progressivement les aspects sociaux de la vulnérabilité

Mais l'approche de la vulnérabilité sous l'angle des dommages économiques ne représente pas la vulnérabilité perçue par certains des acteurs, notamment les sinistres. La vulnérabilité doit être appréciée dans son ensemble d'un point de vue quantitatif (chiffrable) et qualitatif (non chiffrable en unité monétaire) pour inclure les facteurs qui tendent à faire varier les types de réponse des divers acteurs de la société (ménages, entreprises, collectivités, ...).

L'approche plus "qualitative" au sens où nous l'entendons se justifie comme démarche spécifique appropriée à certains types de questionnements qui ne peuvent pas, ou difficilement, faire l'objet de mesures quantitatives comptable, telle la perception des acteurs et leur comportement face au risque naturel (personnes exposées ou sinistrées, agents de l'État en charge de faire appliquer une réglementation). Face à l'évaluation objective par la mesure, elle introduit certes un jugement de type inductif et compréhensif, mais indispensable pour mieux comprendre et interpréter le sens à donner aux coûts des seuls dommages matériels (estimés ou effectifs) ramenés à une unité monétaire.

Parmi les démarches que l'on peut qualifier de type semi-quantitatif (terme utilisé en géographie) ou semi-comptable, tentant d'inclure la dimension qualitative de la vulnérabilité, citons la méthode d'ondabilité développée dans les années 1990 par le Centre national du machinisme agricole, du génie rural et des eaux et forêts<sup>22</sup> pour proposer un cadre de négociation sur la notion de risque acceptable<sup>23</sup>. Elle repose sur l'idée de comparer et exprimer aléa (crue) et vulnérabilité (ici la sensibilité d'un usage du sol aux inondations) avec une même unité de mesure (la période de retour). Le résultat est représenté sur une carte synthétique affichant "un risque maximal acceptable" où chaque type d'occupation du sol est associé à un objectif de protection correspondant au risque maximal acceptable. Fondée sur l'hypothèse discutable selon laquelle l'acceptabilité serait une

19. POTTER N., LEFORT E., VINET F. & BARROCA B., "L'évaluation des vulnérabilités territoriales pour l'aide à la gestion des inondations par les collectivités locales" in SCARWELL H.J. & FRANÇONOME M. (s/s la dir. de), *Contraintes environnementales et gouvernance des territoires*, Paris, Editions de l'Aube, 2004.

20. ERDLENBRUCH K., GILBERT E., GRELOT F. & LESCOULIER C., "Une analyse coût-bénéfices spatialisée de la protection contre les inondations. Application de la méthode des dommages évités à la Basse Vallée de l'Orbe" in *Ingenieries*, 2008, n°53.

21. LÉONE F., *Concept de vulnérabilité appliquée à l'évaluation des risques générés par les phénomènes de mouvement de terrain*, Grenoble, thèse de doctorat, de l'Université de Grenoble 1, Bureau de recherches géologiques et minières n°250, Editions du Bureau de recherches géologiques et minières, 1996.

22. CEMAGREF, devenu IRSTEA en novembre 2011 : Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement.

23. LANG M., CHASTAN B. & GRELOT F., "La méthode d'ondabilité. Appropriation par les hydrologues de la vulnérabilité dans le diagnostic sur le risque d'inondation" in *Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés*, Paris, Editions l'Harmattan, 2009.

propriété intrinsèque de l'occupation des sols, cette méthode ne prend pas en compte les spécificités urbaines, socio-économiques ou environnementales de la zone étudiée ; lesquelles peuvent expliquer les facteurs d'endommagement ou la capacité de réponse de la population face à une catastrophe.

En parallèle et après cette période d'évaluation économique de la vulnérabilité, des travaux ont valorisé les techniques hiérarchiques multicritères qui peuvent encore être qualifiées de semi-quantitatives.

En s'appuyant sur les modes d'occupation du sol analysés en termes d'enjeux économiques et humains dans les zones urbaines à risque (ici inondations), des critères de vulnérabilité des individus ou des biens exposés (enjeux) sont identifiés, standardisés puis pondérés pour les hiérarchiser. Le résultat se présente généralement sous forme d'un indice global de vulnérabilité des enjeux, spatialisé à des échelons locaux (ex : le quartier). La cartographie<sup>24</sup> et plus récemment les systèmes d'information géographique souples et évolutifs<sup>25</sup> en sont le support. Ces travaux ont conforté l'idée selon laquelle il fallait tenir compte d'autres facteurs que ceux liés à l'aléa pour comprendre et représenter la vulnérabilité générale de populations ou de bâtiments et que la représentation spatiale était un plus pour l'aide à la décision en matière de gestion des risques.

Enfin, en Angleterre, des démarches plus qualitatives (intégrant des appréciations d'enquêtes associées à une échelle de notes) se sont récemment développées. On citera la *Bootsstrapping method*, mise en place pour l'évaluation des dommages à la santé et les pertes de biens irremplaçables. Cette méthode propose une évaluation monétaire du coût des dommages tangibles subis par la population sinistrée interrogée par enquête. Les questionnaires d'enquête permettent également aux individus d'attribuer une note de sévérité aux dommages tangibles et intangibles. Cette méthode propose donc d'évaluer les impacts intangibles en leur attribuant

la même valeur monétaire que les dommages tangibles ayant obtenus la même note de sévérité<sup>26</sup>.

#### *Limites conceptuelles et insuffisances des approches classiques de vulnérabilité*

Toutes ces méthodes de nature analytique fondées sur des évaluations monétaires produisent des résultats dont la portée reste généralement faible au regard de l'invisibilité importante que demande notamment l'acquisition des données. Les travaux de recherches ont l'avantage de s'appuyer sur un mode opératoire et de pouvoir produire une vision globale des dommages potentiels ou de la vulnérabilité à travers la cartographie. Mais ils ont l'inconvénient d'être difficilement transposables. Chaque étude est conçue comme un prototype à portée locale pour formuler les mesures de prévention possibles de la vulnérabilité pour les décideurs locaux.

Par ailleurs, la vulnérabilité est plus qu'une simple gradation des dommages et plus qu'une somme de variables décomposées pour l'analyse puis recomposées pour obtenir une vulnérabilité globale à un instant t. C'est un état dynamique sans cesse modifié par l'action humaine. L'expérience a montré qu'à manifestation égale d'un aléa, l'ampleur des conséquences varie selon les sociétés et leur organisation au sein d'un territoire. Malheureusement dans la plupart des cas, les méthodologies intègrent partiellement les facteurs de société (caractéristiques des populations, des bâtiments, facteurs historiques, économiques, ...) qui apparaissent surtout pour illustrer un discours portant sur l'aléa<sup>27</sup>.

Dans la lignée des insuffisances des évaluations analytiques de vulnérabilité, sont avancées leur caractère passif ou statique. Les méthodologies construites sur une logique d'enchaînement linéaires manquent de prise en compte des effets "retour" ou des "boucles de rétroaction" et des effets de dominos<sup>28</sup>. Or la

26. HUBERT G. & LEDOUX B., *op. cit.*

27. HUBERT G. & LEDOUX B., *op. cit.*

24. CHARDON A.-C., "Étude intégrée de la vulnérabilité de la ville de Manizales (Colombie) aux risques naturels" in *Revue de Géographie Alpine*, 1994, vol.82, n°4 ; GRAILLOT D., H. LONDICHE R., DECHOMETS & BATTON-HUBERT M., "Analyse multicritère spatiale pour l'identification de la vulnérabilité aux inondations", Ecole nationale supérieure des Mines de Saint-Étienne, 2001.

25. BARCZAK A. & GRIVAUD C., "Système d'information géographique pour l'évaluation de la vulnérabilité au risque de ruissellement urbain", Session 1-2 in *Novatech*, 2007.

28. "Les effets de dominos sont le fait d'un aléa entraînant par effet en chaîne l'événement catastrophique. L'aléa déclencheur, le plus souvent d'origine naturelle ou technique, produit des aléas dérivés, source de nouveaux désastres à l'intérieur ou au prolongement d'une catastrophe. Cet emboîtement territorial est souvent observé dans les supercatastrophes". Cf. PROVITTOLO D., "Un exemple d'effets de dominos : la panique dans les catastrophes urbaines" in *Cybergeo*, Revue européenne de géographie, 2005, art.328.

complexité inhérente aux mécanismes explicatifs et consécutifs des catastrophes naturelles nécessite de les prendre en compte.

Réduire la vulnérabilité aux risques suppose donc d'englober les dimensions d'avant, pendant et d'après "choc" d'une part (résilience et rétroactions modifiant la vulnérabilité) mais aussi, d'autre part, de considérer les facteurs contributifs à une augmentation de vulnérabilité des enjeux (biens, personnes, activités) hors des espaces directement touchés par la manifestation de l'aléa. Le séisme générateur d'un tsunami au Japon le 11 mars 2011 de même que les graves inondations subies par la Thaïlande de juillet à novembre 2011 montrent que les conséquences sur les marchés économiques et financiers à moyen et long terme vont s'étendre bien au-delà des espaces détruits (concernant par exemple l'industrie des semi-conducteurs).

Dans le contexte actuel de mondialisation comme à l'échelle des collectivités, le territoire vulnérable ne concorde pas avec l'espace touché par l'aléa. Les exemples précédents soulignent également l'importance à accorder aux interactions/interréactions entre les territoires. Conçus comme des systèmes fonctionnant en relation les uns avec les autres, ils peuvent aussi devenir des vecteurs de vulnérabilité<sup>29</sup>.

Plus encore que pour l'aléa, il est difficile de quantifier ou de modéliser tous ces aspects de la vulnérabilité avec les méthodologies classiques qui ont atteint leurs limites<sup>30</sup>. Elles s'attachent aussi à évaluer la vulnérabilité en référence à un et un seul aléa. Or la prise en compte des effets de dominos nécessite de développer des méthodologies qui ne sont plus focalisées sur un seul aléa. Elle incite même plutôt à recentrer les méthodes sur l'évaluation des "enjeux vulnérables"<sup>31</sup> et sur ce qui permet de les conserver, soit sur ce qui fait leur robustesse plutôt que leur faiblesse.

C'est pourquoi la démarche analytique est désormais considérée comme restrictive pour mesurer la vulnérabilité et fait

29. REGHEZZA M., *op. cit.*

30. LÉONE F. & VINET F., "La vulnérabilité, un concept fondamental au cœur des méthodes d'évaluation des risques naturels" in *La Vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles. Analyses géographiques*, Montpellier, Presses universitaires de la Méditerranée, 2011.

31. D'ERCOLE S. & METZGER P., "La vulnérabilité territoriale : une nouvelle approche des risques en milieu urbain" in *Cybergeo. Revue européenne de géographie*, 2009, art.447.

place à une approche dite synthétique où la vulnérabilité est appréhendée sous l'angle nouveau de la résilience et du territoire et examinée à travers une dynamique de systèmes.

### L'ouverture du concept et des recherches : vulnérabilité, résilience, territoire et système

Cette partie propose une réflexion sur les nouvelles cibles des travaux de recherche en émergence depuis à peine une dizaine d'années : de la vulnérabilité à la résilience, de la vulnérabilité territorialisée au territoire comme "système résilient" dans une optique globale de développement durable. Il n'est pas question ici de faire une présentation terminologique approfondie mais seulement de donner dans un premier temps les éléments permettant de comprendre les fondements des nouvelles méthodes de mesure de la vulnérabilité qui sont brièvement présentées pour cloôturer la partie.

Les travaux sur l'évaluation de la vulnérabilité et les applications opérationnelles à destination des acteurs locaux combient des lacunes<sup>32</sup> mais restent partiels quant à la possibilité pour les communes et leurs habitants "d'aller de l'avant" et de surmonter les événements naturels dommageables. De ce fait, il faut évoluer vers l'idée que plutôt que de penser comment faire pour lutter "contre" un événement dommageable, mieux vaut penser comment faire pour continuer à avancer "avec" la certitude que cet événement se produira en tous les cas un jour ou l'autre. Les méthodologies doivent s'attacher non plus seulement à évaluer les faiblesses et les "faillites" mais en complémentarité à évaluer "les forces" : ce qui fait la résistance et l'endurance des "enjeux" (personne, biens, activités au sens défini en France par l'Etat) aux échelons individuels et collectifs, locaux et globaux, à court terme comme à plus long terme.

### Vers une nouvelle façon d'appréhender la vulnérabilité : la résilience

Le fait est que, d'une manière ou d'une autre, nous sommes tous vulnérables<sup>33</sup>. John Handmer soulignait le fait que connaître nos vulnérabilités de façon aussi précise et complète soit-elle, s'avère au final d'une faible utilité pour les gestionnaires de

32. POTTER N., *op. cit.*

33. HANDMER J., "We are all vulnerable" in *The Australian Journal of Emergency Management*, 2003, vol. 18, n°3.

situations de crise. En revanche, réviser notre conception de la vulnérabilité en termes de "résilience", c'est-à-dire de capacité de "faire avec" le risque et de s'adapter à l'imprévu, à l'imprévisible et au changement serait plus judicieux.

Dans cette idée, depuis le début des années 2000, une nouvelle approche initiée notamment par des géographes français dans les villes des pays en développement d'Amérique Latine (Quito, Manizales...) propose de considérer la vulnérabilité synthétique entendue comme la "fragilité" d'un système dans son ensemble et sa capacité de réponse à une crise potentielle ou résilience (le terme de fragilité n'est pas défini précisément par les auteurs qui l'utilisent, tels André Dauphiné en 2004<sup>34</sup>). Les publications concernant des recherches à peine achevées<sup>35</sup> ou actuellement en cours<sup>36</sup>.

Comme la vulnérabilité, le concept de résilience fortement polysémique (figure 3) est le signe d'une nouvelle culture du

risque<sup>37</sup>. La résilience est devenue un élément "phare" incontournable dans le monde de la gestion des catastrophes<sup>38</sup>.

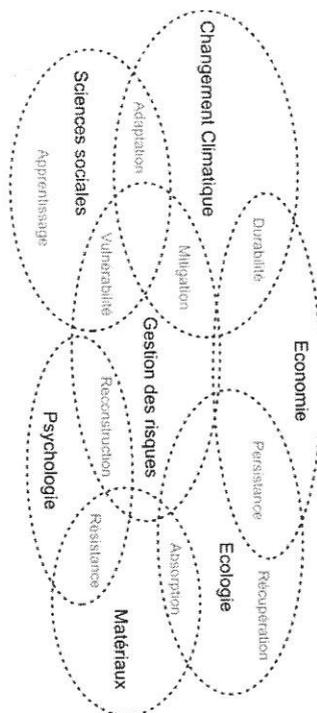


Figure 3 – Résilience et notions associées dans différentes disciplines<sup>39</sup>.

En 2002, l'ONU dans le cadre de la Stratégie internationale pour la réduction des catastrophes naturelles en donne la définition suivante (plus complète à notre sens que celle du Livre blanc de la sécurité nationale de 2008<sup>40</sup>) :

*La résilience est "la capacité d'un système, une communauté ou une société de résister ou de changer afin qu'il puisse obtenir un niveau acceptable dans le fonctionnement et la structure. Ceci est déterminé par le degré auquel le système social est capable de s'organiser en interne et la possibilité d'augmenter sa capacité d'apprentissage et d'adaptation, y compris la capacité à se remettre d'une catastrophe."*

34. DAUPHINÉ A., *loc. cit.*  
 35. KLEIN R., NICHOLLS R. & THOMALLA F., "Resilience to natural hazards : how useful is this concept?" in *Environmental Hazards*, 2003, vol.5, n°1-2. PROVITOLLO D., "Vulnérabilité et résilience. Géométrie variable de deux concepts". *Séminaire Résilience ENS Paris-Lim.*, 2009 ; D'ERCOLE S. & METZGER P., *loc. cit.* ; SIERRA A., "Espaces à risque et marges : méthodes d'approche des vulnérabilités urbaines à Lima et Quito" in *Cybergeo*, 2009, art.456 ; RECHEZZA-ZITTI M., "La Résilience dans les politiques françaises de gestion des inondations urbaines : quelques pistes d'analyse" in *Bulletin de l'Association des Géographes Français*, 2010, vol.87, n°4 ; LHOMME S., SERRE D., DIAB Y. & LAGANIER R., "Les réseaux techniques face aux inondations ou comment définir des indicateurs de performance de ces réseaux pour évaluer la résilience urbaine" in *Bulletin de l'Association des Géographes Français*, 2010, vol.87, n°4 ; ZHOU H., WANG J., WAN J. & JIA H., "Resilience to natural hazards : a geographic perspective" in *Natural Hazards*, 2010, vol.53, n°1.

36. ÉTABLISSEMENT PUBLIC LOIRE, étude préalable à la réduction de la vulnérabilité des réseaux liés aux inondations en Loire moyenne, 2006, 178 p. ; Le projet "Flood resilient cities" associe six pays partenaires : la Belgique, l'Allemagne, l'Angleterre, l'Irlande, les Pays-Bas et la France. Il permet une coopération transnationale sur la thématique de la résilience inondation pour la période 2007-2012 : chaque partenaire peut comparer ses pratiques et créer les conditions nécessaires pour développer ensemble des approches innovantes pour la maîtrise du risque inondation (voir [www.floodresilientcities.eu](http://www.floodresilientcities.eu)) ; RESILIS met l'accent sur le développement de méthodologies et d'outils pour réduire les vulnérabilités, pour gérer de façon globale les systèmes complexes que sont devenus les systèmes urbains (en développant des approches transversales, liant les aspects sociologiques, juridiques, techniques, économiques et politiques de la gestion des risques). Source : [http://www.fondaterra.com/index.php?option=com\\_fpro&id=8&lang=fr](http://www.fondaterra.com/index.php?option=com_fpro&id=8&lang=fr).

37. DAUPHINÉ A. & PROVITOLLO D., "La résilience : un concept pour la gestion des risques" in *Annales de Géographie*, 2007, n°654.

38. Cadre d'action de Hyogo pour 2005-2015 : "pour des nations et des communautés résilientes face aux catastrophes" ; campagne mondiale de l'ONU 2010-2011 "Pour des villes résilientes" ; Cadre de l'action 5 de la fiche risques naturels du rapport sur l'adaptation au changement climatique de la France 2011-2015 : "développer un outil méthodologique pour évaluer la robustesse (résilience) des territoires face aux aléas naturels".

39. LHOMME S., SERRE D., DIAB Y. & LAGANIER R., *loc. cit.*

40. Définition de la résilience selon le livre Blanc relatif à la Défense et à la sécurité Nationale (2008) : "la volonté et la capacité d'un pays, de la société et des pouvoirs publics à résister aux conséquences d'une agression ou d'une catastrophe majeure, puis à rétablir rapidement leur capacité de fonctionner normalement ou à tout le moins dans un mode socialement acceptable".

Notre propos concernant les méthodes d'évaluation, on ne discutera pas de la polysémie du terme ni des variantes qui soit opposent résilience à vulnérabilité (plus un système est résilient, moins il est vulnérable), soit préfèrent au terme "vulnérabilité" celui de "résilience" à connotation plus positive<sup>41</sup>, soit encore confondent résilience et capacité d'adaptation (concept-clé véhiculé par les groupes de recherches sur le climat) à tort<sup>42</sup>.

Si l'on s'en tient à l'appropriation de la notion de résilience dans l'approche de gestion des risques naturels, la résilience répondrait mieux que la vulnérabilité aux évolutions des sociétés et des risques aujourd'hui<sup>43</sup>. Le concept de résilience complète le paradigme dépassé du trio - aléa, vulnérabilité, risque - dans la gestion conventionnelle des risques<sup>44</sup>.

Appréhender la vulnérabilité à travers la résilience nécessite une refonte des méthodologies traditionnelles d'évaluation. Cela implique de reprendre les trois grands types de facteurs qui caractérisent la vulnérabilité synthétique (structurelle, fonctionnelle et perçue) non sous l'angle d'une hiérarchisation des faiblesses mais des forces susceptibles de permettre de garder le contrôle de la situation (ou éviter les dysfonctionnements) avant, pendant et après que des événements naturels dommageables puissent survenir. Cela implique également de replacer les méthodologies dans une perspective à long terme de développement durable<sup>45</sup> où les sociétés dans leur territoire doivent apprendre à vivre avec les catastrophes naturelles et surtout apprendre à s'en remettre.

Sous cette approche plus positive et systémique de la vulnérabilité, des facteurs additionnels de "capacité à" ou "capacité de" et de "liaison entre" (réseaux et flux) sont à

41. Selon la sociologue et psychanalyste Hélène Thomas, "le concept de vulnérabilité incite à trop regarder la moitié vide de la bouteille, la résilience invite à en regarder la moitié pleine". Cf. THOMAS H., "Vulnérabilité, fragilité, précarité, résilience, etc. De l'usage et de la traduction de notions éponges en sciences de l'Homme et de la vie" in *Terra*, recueil Alexandrines, 2008.

42. LALLAU B., "Résilience : moyen et fin d'un développement durable ?" in *Éthique et économique*, 2011, vol.8, n°1.

43. THOMAS H., *loc. cit.*; REGHEZZA-ZITTI M., *loc. cit.*

44. Voir <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Reduction-de-la-vulnérabilité-et-24013.html>.

45. SANSEVERINO-GODFRIN V., "Risques naturels, vulnérabilité, résilience et droit ... dans un contexte de développement durable" in *20èmes JSE - Environnement entre passé et futur : les risques à l'épreuve des savoirs*, 2011, 10p.; LALLAU B., *loc. cit.*

considérer et analyser dans les méthodologies d'évaluation en s'appuyant sur les connaissances et l'expérience des acteurs locaux. De façon non exhaustive, ce sont les facteurs qui facilitent la souplesse d'une organisation ou d'une opération, la coordination, le partenariat, l'identification des réseaux vitaux (eau, électricité, communications et acteurs) dans leur fonctionnement et leurs interdépendances, de même que les capacités d'innovation, d'autonomie, d'anticipation (adaptation et capacité à rebondir).

Il s'agit donc de penser en termes de maintien de la sécurité des personnes et des activités économiques sur un territoire conçu comme un système vulnérable aux aléas naturels. Le concept de résilience renvoie somme toute, si l'on adopte une approche normative, aux modes de gestion des situations de crise ou d'urgence et à la récupération post-catastrophe. Ces moyens tiennent compte du fonctionnement des éléments constitutifs du territoire susceptibles d'être affectés par la catastrophe ou par ses conséquences (soit hors zone à risque).

En liaison avec l'importance nouvelle accordée à la résilience, le questionnement géographique, déjà fondé sur une vision territorialisée du risque<sup>46</sup> suggère donc de se recentrer sur le territoire. Conçu comme éco-socio système, il devient le cœur de l'analyse de vulnérabilité<sup>47</sup>.

#### *Vulnérabilité et territoire, le territoire comme système vulnérable*

Il ne s'agit plus de traiter seulement d'une "société vulnérable"<sup>48</sup> mais de sociétés "territorialisées" où sources de danger (torrent, usine...) et sources de vulnérabilité sont indissociablement ancrées dans un territoire.

Le territoire peut "se définir comme un construit socio-spatial, matériel et intangible, caractérisé par des aspects géographiques et économiques tout autant qu'idéologiques et politiques"<sup>49</sup>. Il définit un résultat aussi bien qu'un processus de construction et s'inscrit dans une relation coalescente avec le risque.

46. POTTIER N., LEFORT E., VINET F. & BARROCA B., *loc. cit.*

47. BARROCA B., *loc. cit.*

48. FABIANI J.-L. & THEYS J. (sous la dir. de), *La Société vulnérable. Évaluer et maîtriser les risques*, Paris, Presses de l'École normale supérieure, 1987.

49. REBOTIER J., "Risques et territoires : pour une géographie critique et réflexive" in *Risques et action publique*, Toulouse, 2011.

Partir du territoire pour analyser la vulnérabilité permet de restituer les différents ressorts géographiques qui président de façon déterminante aux situations de risque<sup>50</sup> : l'articulation des échelles, les temporalités, les jeux d'acteurs et leurs intérêts, dans une perspective dynamique et non statique. Ce choix pallie un certain nombre de limites et insuffisances des méthodes évoquées précédemment.

Le territoire peut être associé à un système caractérisé par des interconnexions et des réseaux. Réaliser une "autopsie" de la vulnérabilité sous l'angle territorial suppose donc de questionner les priorités et les espaces prioritaires à identifier au sein de ce système qui conditionnent son fonctionnement et le risque.

L'approche territoriale suppose aussi de considérer les choix et les pratiques d'aménagement qui sont décisifs en termes de construction et de réduction à long terme des vulnérabilités. Par l'accumulation d'enjeux susceptibles de subir des dommages sur un territoire, l'urbanisation conditionne les situations de risques. La catastrophe du cyclone Katrina à la Nouvelle Orléans en août 2005 prouve l'intérêt de recentrer les méthodologies sur la vulnérabilité des systèmes urbains et le développement de "schémas de résilience appropriés" (appel à projets lancé en 2010 par les Zones Ateliers des bassins de la Loire et du Rhône).

De même que le risque zéro n'existe pas, il faut reconnaître que le développement zéro sur les espèces soumis aux aléas naturels n'est pas concevable, raisonnablement<sup>51</sup>. Risques et urbanisation coévoluent précisément parce que la gestion de ces risques ne permet jamais de les éliminer totalement<sup>52</sup>. Risque et urbanisation peuvent et doivent se concilier dans certains cas à travers une révision des conceptions urbanistiques qui s'impose pour un développement urbain plus raisonné et durable<sup>53</sup>. D'où la préoccupation émergente et croissante des urbanistes pour les aléas naturels (voir la campagne mondiale 2010-2011 "pour des villes résilientes").

50. REBOTTER J., *loc. cit.*

51. MANCERO F., "Du risque "naturel" à la catastrophe urbaine : Katrina" in *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 2006, vol.7 n°1 ; BARROCA B. & HUBERT G., "Urbaniser les zones inondables, est-ce concevable ?" in *Développement durable et territoires*, dossier 11, 2008.

52. PIGEON P., *Paradoxes de l'urbanisation. Pourquoi les catastrophes n'empêchent-elles pas l'urbanisation ?*, Paris, Editions l'Harmattan, 2012, 280 p.

53. POTTIER N., LEFORT E., VINET F. & BARROCA B., *op. cit.* ; BARROCA B., *op. cit.*

Dans le cas des zones inondables, Bruno Barroca démontre que la vulnérabilité peut être :

- une clé d'intégration des projets d'aménagement dans la dynamique du territoire (en passant à une logique de projet urbain durable intégrant les risques) ;
- une clé d'intégration du risque dans les processus de décision collective (en impliquant la population dans les choix réalisés, gage d'efficacité) ;
- et une clé de mise en place d'une production partagée de la sécurité (en permettant à chacun de se construire une représentation personnelle des actions pour conduire à un partage des risques discuté et décidé par les populations).

#### **Applications : la nouvelle génération des recherches géographiques dans le champ des méthodes d'évaluation synthétique à caractère systémique**

La première manifestation de l'assimilation de la résilience est entendue au sens restreint par les professionnels (et les acteurs publics telles les collectivités locales) comme la capacité à réagir pour un retour rapide à la normale. Cela se traduit, pour le risque inondation par le développement de méthodologies appliquées développées en collaboration avec des chercheurs, nommées diagnostics et autodiagnostic de vulnérabilité. Spécifiques à certains enjeux, ils ont été élaborés dans un premier temps de manière pilote sur le bassin de la Loire pour les activités agricoles et les entreprises. Ils s'étendent actuellement aux habitations<sup>54</sup>.

Outre l'intérêt d'identifier les moyens et les forces qui permettront de redémarrer le plus rapidement possible après une inondation, les diagnostics visent à améliorer la sécurité des personnes et des biens et réduire les dommages des biens irremplaçables ou intangibles<sup>55</sup>.

Ces démarches de diagnostic bénéficient d'une méthodologie opérationnelle et consolidée, fondée sur le principe de la participation volontaire des acteurs, rapide à mettre en œuvre et

54. Fiche d'aide à l'auto diagnostic de vulnérabilité d'une habitation au vu des mesures obligatoires du Plan de prévention des risques inondations.

55. CAMPPIUS N. & DEVAUX-ROS C., "Le diagnostic de vulnérabilité à l'inondation : un outil de prévention efficace" in *Annales des mines. Responsabilité et environnement*, 2006, vol.43.

peu coûteuse, voire gratuite à l'échelon des activités et des particuliers. Sur le bassin de la Saône, les premiers diagnostics aux habitations (2007-2009 puis 2011-2012) sont pris en charge par les Programmes d'action de prévention des inondations financés par l'Etat, le département et la Région. Depuis 4-5 ans, les diagnostics sont recommandés et devenus obligatoires dans les zones d'aléa fort couvertes par un Plan de Prévention des Risques. Les collectivités chargées de cette obligation peuvent y voir une opportunité pour s'investir dans une démarche de proximité en complément ou en remplacement de solutions de protection plus lourdes.

Ces méthodologies de diagnostics doivent salimenter des retours d'expérience de catastrophes qui les façonneront et les adapteront à l'évolution des situations. Leur réalisation et leur acceptabilité est fortement conditionnée par les "fenêtres d'opportunité"<sup>56</sup> que représentent malheureusement les événements dommageables.

Les chercheurs et institutions l'ont bien compris. En effet, dès lors que l'on considère l'objet d'étude (entreprise, réseau ou territoire) comme un système, d'autres approches méthodologiques plus globales se rapprochent de celle des diagnostics. Elles se sont étendues aux réseaux<sup>57</sup>, aux quartiers et aux villes toutes entières<sup>58</sup>, structurées autour des notions de "vulnérabilité urbaine" et "résilience urbaine".

Le diagnostic de vulnérabilité urbaine développé par le Centre d'étude sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions vise à intégrer le risque dans les modes de fonctionnement de la ville et/ou à entreprendre des actions visant

56. MANCEBO F., *loc. cit.*

57. LANGUMIER A., *Diagnostic de la vulnérabilité aux inondations des services d'eau : guide méthodologique*, Equipe Pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature - Ecodécision, 2001 ; ÉTABLISSEMENT PUBLIC LOIRE, Étude préalable à la réduction de la vulnérabilité des réseaux liés aux inondations en Loire moyenne, 2006 ; GLEYZE J.F. & REGHEZZA M., *loc. cit.* ; BOUCHON S., "L'analyse de vulnérabilité pour identifier les infrastructures critiques européennes. Exemple du système gazier en Europe" in *Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés*, Paris, Éditions l'Harmattan, 2009 ; LHOMME S., SERRE D., DIAB Y. & LAGANIER R., *loc. cit.*

58. CERTU, "Réduire la vulnérabilité urbaine aux risques majeurs" in *Techni.Cités*, 2006, n°108. CERTU : Centre d'étude sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions ; REGHEZZA M., *loc. cit.* ; D'ERCOLE R. & METZGER P., *loc. cit.* ; SIERRA A., "Espaces à risque et marges : méthodes d'approche des vulnérabilités urbaines à Lima et Quito" in *Cybergeo*, 2009.

à le réduire à partir d'une connaissance des divers types de vulnérabilité et de leurs interactions (figure 4). Il est conduit à différents échelons (ville, quartier, structure) et porte sur des enjeux de nature différente (habitations, établissements recevant du public, activités, réseaux...) qu'il aborde sous les dimensions humaines, techniques, matérielles, économiques et fonctionnelles. L'importance accordée aux liens entre les enjeux et à la coordination d'un ensemble d'actions permet d'identifier les forces (résilience) et faiblesses (fragilités) du système<sup>59</sup>.

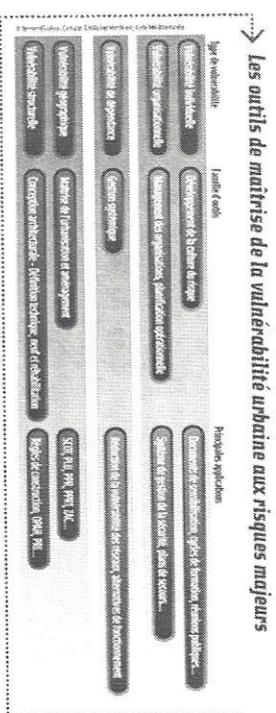


Figure 4. La méthodologie de diagnostic de vulnérabilité urbaine du CERTU.

La méthodologie d'analyse de vulnérabilité territoriale élaborée par Robert D'Ercole et Pascale Metzger<sup>60</sup>, dans le cadre d'un programme de recherche mené à Quito (1999-2004 et poursuivi en 2006<sup>61</sup>), propose de façon novatrice de mettre d'abord l'analyse des enjeux au centre de l'approche des risques pour mesurer leur vulnérabilité et les capacités de résilience. Les aléas ou dangers, causes de dysfonctionnements sont appliqués ensuite à ce territoire. L'analyse vise à identifier les fonctions vitales à préserver et les enjeux sur lesquels ces fonctions reposent. Elle cherche à comprendre où et comment la vulnérabilité se génère et se diffuse à partir d'espaces de la ville. Elle explore trois dimensions de la vulnérabilité : l'organisation territoriale, la vulnérabilité des enjeux majeurs et la vulnérabilité spatiale du territoire. Elle débouche sur des propositions de planification territoriale (adossées à des cartes grâce aux systèmes

59. CERTU, "Réduire la vulnérabilité urbaine aux risques majeurs", 2006, *op. cit.*

60. D'ERCOLE R. & METZGER P., *loc. cit.*

61. PACIVUR : Programme Andin de Formation et de Recherche sur la Vulnérabilité et les Risques en milieu urbain - Bolivie, Équateur et Pérou lancé en 2006.

d'information géographique) susceptibles de réduire les pertes d'espaces, en ciblant, pour plus d'efficacité, les espaces d'intervention en fonction du degré de perturbation qu'ils sont susceptibles de provoquer.

D'autres méthodologies s'appuient sur la modélisation pour affronter la complexité de l'analyse de vulnérabilité. En 2003, Damiene Provitolo <sup>62</sup> présente ce qu'elle nomme "le premier modèle de vulnérabilité synthétique". Une méthode de modélisation et de simulation, la dynamique de système, est retenue. Elle permet d'élaborer un modèle de stocks (catégories de populations) et de flux (facteurs de vulnérabilité) associant l'aléa, la vulnérabilité synthétique et les effets de dominos pour simuler la dynamique d'une catastrophe d'origine naturelle (ici une inondation rapide méditerranéenne) significative de la dynamique de la vulnérabilité humaine dans le temps (ici les réactions individuelles en terme de temps réponse des déplacements en voiture qu'elle appelle mobilités). L'avantage de ce type de modèle de vulnérabilité est de bien représenter les éléments en interactions qui composent la structure du système (qu'il s'agisse de phénomènes physiques ou humains) et rendent compte de la complexité de toute forme de vulnérabilité. Par des équations mathématiques, la modélisation permet de réaliser des scénarios de simulation sur lesquels les acteurs locaux peuvent s'appuyer pour une aide à la concertation et à la prise de décision. Mais leur lourdeur de manquement les exclut d'une aide à la gestion opérationnelle d'une catastrophe. De plus ce type de modélisation qui privilégie les structures et les dynamiques temporelles (continuités et ruptures), délaisse les formes spatiales <sup>63</sup>.

Dans le même esprit de modélisation systémique de la complexité croissant dynamique de l'aléa et réponse humaine, des travaux visant à comprendre comment mieux anticiper le danger et faire face pour réduire la vulnérabilité des populations à risque se désignent comme des méthodes de diagnostic et d'observation de la vulnérabilité synthétique des territoires <sup>64</sup>. Dans le cas de la

62. PROVITOLLO D., "Modélisation et simulation de catastrophe urbaine : le couplage de l'aléa et de la vulnérabilité" in *Actes du colloque SIRVAT. La prévention des risques naturels*, Orléans, 2003.

63. PROVITOLLO D., "Modélisation et simulation de catastrophe urbaine : le couplage de l'aléa et de la vulnérabilité", *loc. cit.*

64. RUNI I., CREUTIN J.D., ANQUETIN S. & LUTOFF C., "Human vulnerability to flash floods : Addressing physical exposure and behavioural questions" in *Flood Risk Management : Research and Practice*, Londres, Samuels et al. (Eds.), 2009.

vulnérabilité aux crues rapides, les travaux s'appuient sur des données hydrométéorologiques couplées à des données sociales issues d'entretiens post-événements pour reconstituer des temps d'anticipation des actions enregistrées (recherche d'information, organisation, mise en protection) pour différentes catégories d'acteurs (individus, communautés ou institutions). Les reconstitutions obtenues varient selon la dimension spatiale dans laquelle l'action se déroule (petit ou grand bassin versant) témoignent de l'intérêt de considérer à la fois les dimensions temporelles et spatiales de la vulnérabilité.

### Conclusion

Le concept de vulnérabilité indissociable de celui de risque dans les travaux des géographes a connu une profonde transformation au cours des deux dernières décennies. D'une approche analytique à une approche synthétique, les méthodologies ont évolué vers le concept de résilience des sociétés et des systèmes (notamment urbains) dans les stratégies de gestion des risques naturels.

Les mots clés et points communs de l'ensemble des méthodologies émergentes pour l'évaluation de la vulnérabilité sont désormais : logique systémique, territoriale, participative et positive (la vulnérabilité synonyme de fragilité/faiblesse et la résilience synonyme de résistance/force) ; approche urbaine multiscalaire et spatio-temporelle de la vulnérabilité.

Ces nouvelles orientations conceptuelles et méthodologiques supposent de prendre un certain nombre de précaution et/ou ajustement à considérer pour se les approprier dans notre champ disciplinaire.

La définition écologique de la résilience suppose de revenir à un état stable identique à l'avant catastrophe, ce qui n'est ni souhaitable ni possible dans la réalité. Le réaménagement de zones fortement sinistrées (Xynthia, La Faute-sur-Mer, 2010) a mis en exergue la nécessité de ne pas reconstruire à l'identique ces territoires.

Par ailleurs, la notion de vulnérabilité qui a tendance à être occultée par le concept émergent de résilience ne doit pas, à notre sens, disparaître à son profit dans les méthodologies. Au contraire, les nouvelles perspectives de recherche doivent placer la résilience associée à la récupération, dans la continuité des

travaux sur l'évaluation et la réduction de la vulnérabilité associée à l'endommagement<sup>65</sup>. Damienne Proviolo<sup>66</sup> lance le terme de "vulnérabilité résilience" pour matérialiser ce continuum.

Quant à la démarche systémique, elle permet d'avoir la vision la plus large possible des vulnérabilités et de leurs facteurs. Elle permet de travailler à la fois sur une somme et sur un ensemble d'actions interconnectées (prévention, protection, gestion de crise, réparation...). Elle fournit un outil de raisonnement et de représentation. S'appropriant cette démarche, les géographes peuvent apporter un plus à travers leur maîtrise des outils géomatiques (Système d'information géographique et cartographie), qui aident à la représentation tant spatiale que mentale des réels enjeux pour passer à l'action de réduction des vulnérabilités.

Cependant, la volonté de prendre en compte la complexité systémique d'un territoire vulnérable complexe à son tour les méthodologies et compromet leur caractère opératoire. En effet, la complexité des mécanismes qui génèrent et modèrent la vulnérabilité est telle qu'il n'est pas raisonnable, à notre sens, de penser parvenir à mesurer la vulnérabilité globale ou encore la résilience avec une méthode révolutionnaire. Ce qui peut paraître révolutionnaire et bien tardif est plutôt notre décloisonnement et notre ouverture à d'autres domaines que la géographie. Ainsi les travaux recourent plus ouvertement les problématiques des sociologues, des économistes et des domaines variés de la sécurité et du management des risques et des crises. Il n'y a rien de bien nouveau en somme. Les méthodes de gestion des risques intégrant la résilience des systèmes de production sont utilisées depuis longtemps dans le domaine industriel. Elles ont fait l'objet d'une normalisation à l'échelle mondiale en 2009 (norme ISO 31000) pour être utilisées, dorénavant, par toute organisation de tout secteur. Nous devons nous en inspirer en recourant plus encore à des approches pluri et interdisciplinaires tout en conservant notre spécificité : l'ancrage territorial des problématiques et la capacité à spatialisier le continuum vulnérabilité et résilience.

#### RÉFLEXIONS AUTOUR DU BINÔME VULNÉRABILITÉ-RÉSILIENCE

Serge Lhomme  
Damien Serre  
Richard Lagantier

Des organisations internationales comme l'ONU ont fait de la lutte contre les catastrophes naturelles un de leurs objectifs prioritaires, en attestent les campagnes menées depuis le milieu des années quatre-vingt-dix. Ces campagnes se justifient par des bilans humains difficiles à supporter pour les sociétés (nombre important de personnes décédées ou affectées par ces catastrophes) et des dommages économiques croissants. Afin de réduire les conséquences de ces catastrophes, le plan de Yokohama (1994) a notamment introduit le concept de vulnérabilité comme un concept "clef" de la gestion des risques. Dans une même continuité, le cadre d'actions de Yogo (2005-2015) a pour objectif affiché de construire la résilience des nations et des communautés face aux catastrophes. Il existe donc une volonté d'orienter les politiques de gestion vers de nouvelles approches. Une première approche est centrée sur la réduction des vulnérabilités. Une deuxième approche est centrée sur l'augmentation de la résilience. Quelles sont alors les différences entre ces deux approches ? Si la lecture des documents cadres donne quelques indices, ils ne permettent malheureusement pas de clairement répondre à cette question<sup>1</sup>.

Il apparaît donc que la gestion des risques évolue avec l'introduction de nouvelles stratégies généralement orientées par un concept "moteur". Tout d'abord centrée sur l'étude et la lutte contre l'aléa, la gestion des risques a intégré de nouveaux concepts comme celui de vulnérabilité, puis plus récemment celui de résilience. Cette évolution s'est notamment accompagnée de la reconnaissance des interactions entre les territoires (considérés en termes d'enjeux) et les aléas. L'objectif de ce chapitre est précisément d'interroger le lien entre ces deux derniers concepts : la vulnérabilité d'une part et la résilience d'autre part. Pour cela, la

65. L'HOMME S., SERRE D., DIAB Y. & LAGANTIER R., *loc. cit.*

66. PROVIOLO D., "Vulnérabilité et résilience. Géométrie variable de deux concepts", *loc. cit.*

1. REVERT S., "Injonctions contradictoires. La gestion internationale des catastrophes naturelles : entre vulnérabilité et résilience" in *Séminaire Résilience Urbaine*, Paris, Ecole Normale Supérieure, février 2011.