

Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales

Jean-Claude THOURET* et Robert D'ERCOLE**

INTRODUCTION : VULNÉRABILITÉ ET RISQUE

D'après l'étymologie, la vulnérabilité est le fait d'être sensible aux blessures, aux attaques ou d'éprouver des difficultés pour recouvrer une santé mise en péril. Cette définition implique la prise en compte de deux effets de la vulnérabilité aux risques naturels : les dommages potentiels ou la capacité d'endommagement des phénomènes naturels menaçants ; les difficultés qu'une société mal préparée rencontre pour réagir à la crise, puis restaurer l'équilibre en cas de sinistre (perturbations directes et indirectes, immédiates et durables). Ces deux aspects renvoient à deux approches du système de la vulnérabilité : la classique consiste à mesurer l'endommagement potentiel des éléments exposés ; la nouvelle, intégrée et complémentaire de la première, vise à cerner les conditions ou les facteurs propices aux endommagements ou influant sur la capacité de réponse à une situation de crise. L'article présente cette approche nouvelle dont le but est de servir à la recherche opératoire et au développement de la planification préventive en milieu urbain, notamment dans les pays en développement (PED).

Une définition communément admise du *risque naturel* est l'équation $\text{risque naturel} = \text{phénomène naturel générateur de dommage} \times \text{vulnérabilité}$. Le phénomène naturel ou géodynamique interne (géophysique) ou externe (hydrométéorologique, etc.) représente la menace et s'exprime par un champ d'action (espace), une magnitude (volume), une intensité ou un débit, une violence (impact) et une récurrence (fréquence). La vulnérabilité *lato sensu* s'inscrit dans un système qui englobe les préjudices corporels et moraux aux personnes et l'endommagement potentiel des éléments exposés (biens de production, acti-

* *Volcanologue, Orstom-UR 14 et université Blaise Pascal, 63000 Clermont-Ferrand, France.*

** *Géographe, université de Savoie, Savoie-Technolac, 73376 Le Bourget-du-Lac cedex, France.*

vités socio-économiques et patrimoine). Ce système obéit à une série de facteurs structurels, géographiques et conjoncturels. Les facteurs structurels permanents, dont l'évolution rend une population et ses biens plus ou moins vulnérables, sont multiples : socio-démographiques et économiques ; socio-culturels ; techniques ou physiques, liés au bâti et aux matériaux exposés ; fonctionnels, désignant la qualité de la prévention et de l'organisation des secours en cas de catastrophe ; enfin, institutionnels ou politico-administratifs, fondant la planification et la réglementation en matière de risque. En outre, d'autres facteurs, géographiques et conjoncturels, rendent compte d'une vulnérabilité contingente, c'est-à-dire temporaire et imprévisible, dans un lieu donné et au moment de l'impact d'un sinistre.

L'analyse des facteurs de vulnérabilité donne le moyen de prévoir l'amplitude des préjudices potentiels, car elle fournit une mesure quantitative de l'exposition des éléments et une mesure qualitative de la capacité de réponse d'un individu ou d'un groupe exposé à un sinistre. En effet, la qualité de la réponse d'un individu ou d'un groupe sinistré modifie la vulnérabilité. Lorsque la manifestation catastrophique d'un phénomène géodynamique dépasse largement la capacité de réponse d'une société sinistrée, elle se traduit habituellement par une crise temporelle, une perturbation socio-économique et une dévastation spatiale. Si la capacité de réponse est partiellement défectueuse (par exemple, plans de gestion des secours existants au préalable mais communications difficiles durant la crise), les effets d'un sinistre peuvent être plus ou moins accentués ou parfois même déboucher sur de véritables catastrophes lorsque la défaillance s'avère capitale (comme la communication à Armero, Colombie, 1985). Il convient alors de distinguer les capacités de réponse d'un individu, d'un groupe et celles d'une société.

VULNÉRABILITÉ ET MILIEU URBAIN : UN CONSTAT D'ENDOMMAGEMENT CLASSIQUE

La vulnérabilité est d'autant plus grande dans une ville, à la société déjà segmentée, que divers dysfonctionnements y sont exacerbés (CHALINE et DUBOIS-MAURY, 1994). En effet, la vulnérabilité des cités, selon une approche classique, résulte d'une convergence d'au moins quatre facteurs, externes et internes.

Facteurs et conséquences

Deux facteurs sont extérieurs au milieu urbain proprement dit. Premier facteur, l'accélération de la croissance urbaine, forte au XX^e siècle, particulièrement depuis 30 à 40 ans dans les pays en développement. De

17 % en 1950, la population urbaine des PED est passée à 34 % en 1990 et atteindra probablement 57 % en 2025 (WRI, 1990) ; la population des « mégacités » (supérieure à un million d'habitants) connaissant la croissance la plus rapide. 75 % des mégacités qui compteront un quart de la population mondiale en 2025 sont situées dans les PED et sur des littoraux, des piémonts ou dans des plaines exposés aux risques naturels. Second élément extérieur, le déséquilibre des facteurs de développement socio-économique et les choix politiques dans l'aménagement du territoire : concentration excessive des villes et des pôles industriels, réseaux ou relais urbains incomplets, politique insuffisante de logement et de relogement, etc.

Les deux autres facteurs de vulnérabilité du milieu urbain sont intrinsèques. Il y a d'abord les effets destructeurs des phénomènes naturels, qui sont aggravés par la structure même des matériaux et la morphologie urbaine (séismes de Popayan, Colombie, 1983, Mexico, 1985, mais aussi Los Angeles-Northridge, 1994). La morphologie urbaine accentue les effets induits, puisque le site précoce des villes a été rapidement débordé par la consommation de l'espace disponible, vers des sites exposés ou dangereux. Le second facteur est la segmentation accentuée de la société urbaine, qui reflète le mal-développement et les conflits socio-économiques dans un espace limité et convoité (rente du sol, maîtrise du foncier, intérêts financiers et politiques).

Au total, 90 % des victimes et 75 % des dommages économiques résultant des désastres naturels surviennent dans les pays en développement et surtout dans leurs villes. La vulnérabilité accrue devient endémique dans les milieux urbains des PED, puisqu'ils concentrent les populations les plus nombreuses et les plus exposées aux risques naturels (séismes, inondations, éruptions volcaniques, glissements de terrain), technologiques (incendies, pollutions) et sociaux (insécurité). Cette coïncidence est aggravée par deux faits :

— l'anthropisation du milieu urbain, notamment l'extension des surfaces construites et imperméabilisées dans des zones dangereuses (pentes, piémonts, lits majeurs), amplifie de manière démesurée les effets induits par les phénomènes générateurs de dommages (par exemple, les crues et inondations urbaines dues à l'obsolescence ou aux défauts du réseau d'évacuation des eaux pluviales) ;

— la morphologie urbaine exacerbe la vulnérabilité des sites, car l'extension spatiale des constructions a largement débordé les sites initiaux peu dangereux pour gagner des pentes inconstructibles, des couloirs montagneux, des piémonts formés de cônes de déjection, des plaines alluviales et des lits majeurs inondables.

Une corrélation forte lie la morphologie urbaine imposée par le site initial (couloir montagneux, par exemple) ou mal contrôlée sur des pentes inconstructibles, les quartiers pauvres, péri- ou intra-urbains, et

une exposition permanente aux phénomènes menaçants. De telle sorte que les communautés urbaines les plus pauvres (notamment les migrants d'origine rurale qui deviennent les habitants des quartiers sous-intégrés) s'avèrent souvent les plus vulnérables aux risques naturels (par exemple à Lima, Pérou).

Approche classique de la vulnérabilité : l'endommagement

L'approche classique de la vulnérabilité consiste alors à mesurer l'endommagement potentiel. Les répercussions spatio-temporelles, socio-économiques et culturelles sont évaluées par les coûts et les atteintes aux éléments exposés (tabl. I, partie D, patrimoine). Les coûts directs, immédiats ou latents (préjudices corporels, habitat et activités socio-économiques), et les coûts indirects, à terme (moyens de production, emploi, reconstruction), sont mesurables. Les atteintes au patrimoine humain, écologique, culturel et esthétique et la réadaptation sont également importantes, mais restent difficiles à évaluer avec précision. Or, ces conséquences peuvent jouer un grand rôle à terme (par exemple à Popayan, 10 ans après le séisme ; D'ERCOLE, 1996).

La vulnérabilité des villes et ses causes aggravantes ont au moins trois conséquences :

— le rythme des pertes humaines et des dommages matériels est plus rapide (5 à 6 % par an ; SMITH, 1992) que le solde démographique global (2 à 3 %), du fait de la concentration accélérée des habitants en mégacités (exemple de Lima et d'Arequipa au Pérou méridional) ;

— l'endommagement provoqué dépasse la capacité nationale de restauration et atteint parfois la moitié du PNB d'un État appauvri (Managua au Nicaragua, 1972) ; le coût moyen global des dommages engendrés par une catastrophe dans une grande ville peut représenter 15 à 40 % du PIB annuel du pays (coût du séisme de Mexico : 20 % du PIB mexicain en 1985) ;

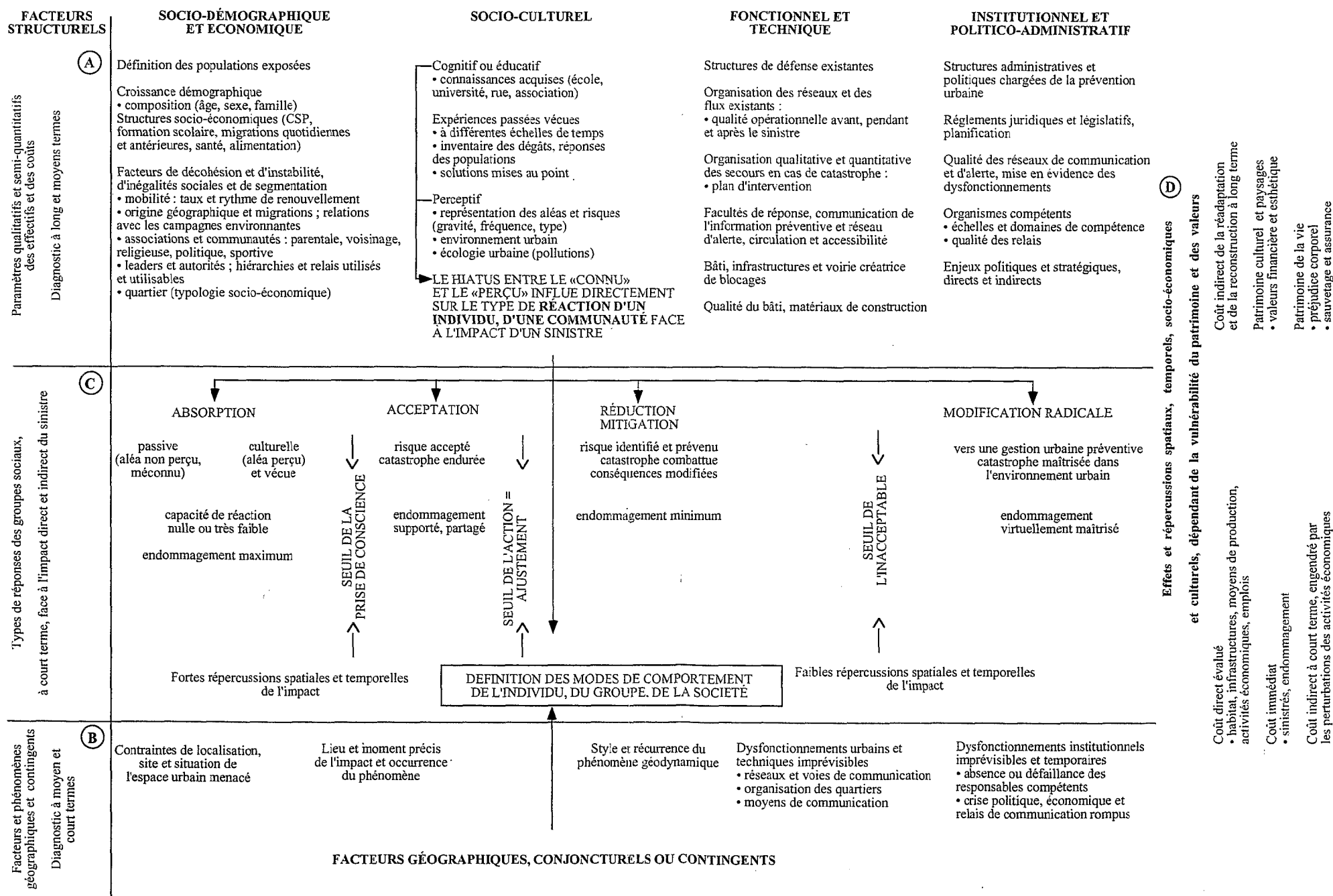
— les répercussions à long terme sont si graves qu'elles freinent durablement le développement général du pays (Costa Rica ; MORA, 1994), d'autant plus que, en cas d'endommagement de grande amplitude ou répété, l'assistance étrangère est attendue. Or, celle-ci gêne le développement d'un pays et contribue à rendre dépendante son économie, par l'endettement, et à marginaliser sa société (HEWITT, 1983 ; SUSMAN *et al.*, 1983).

L'évaluation du bilan des dommages dus à une catastrophe par rapport aux avantages de la mise en œuvre d'une prévention à court et long terme implique la prise en compte du coût réel de tous les éléments, afin d'évaluer le risque « acceptable » :

— les dégâts matériels du foncier, des biens immobiliers et des équipements collectifs ;

TABLEAU I

ANALYSE DES VULNÉRABILITÉS ET DE SES FACTEURS EN MILIEU URBAIN EXPOSÉ AUX RISQUES NATURELS



- les dommages et préjudices subis par la population, exprimés en coût immédiat (soins, hébergement et ravitaillement des sinistrés, pertes du travail) et en coût durable (décès, invalidité, chômage, relogement) ;
- l'endommagement indirect lié à la baisse ou à la cessation d'activités économiques dans le cas d'une destruction partielle (coût de la remise en état) ou totale (coût de remplacement) ;
- les dégradations subies par le patrimoine culturel, écologique (terres cultivables, sols, eaux, faune, flore), voire esthétique (paysages).

L'objectif recherché est l'évaluation qualitative et quantitative de tous les effets engendrés par une catastrophe, selon l'intensité et la fréquence du phénomène naturel et des facteurs structurels, géographiques et conjoncturels de vulnérabilité.

FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ EN MILIEU URBAIN

Notre approche de la vulnérabilité diffère du constat classique de l'endommagement, car elle porte d'abord sur les facteurs de vulnérabilité structurels, géographiques et conjoncturels, notamment en milieu urbain (tabl. I) ; elle examine ensuite les types de réponses des populations exposées et sinistrées que ces facteurs induisent.

Facteurs structurels de la vulnérabilité

La vulnérabilité d'une société urbaine et des biens exposés aux risques naturels se définit de manière qualitative et semi-quantitative par quatre catégories de facteurs structurels (tabl. I, partie A) : socio-démographiques et économiques, socio-culturels, fonctionnels et techniques, institutionnels et politico-administratifs. L'étude de ces facteurs requiert un diagnostic pluridisciplinaire de longue durée, ainsi qu'une solide base de données historiques rassemblant sur un site urbain donné les expériences des désastres ou des sinistres vécus (par exemple, The Quito, Ecuador, Earthquake Risk Management Project, 1994 ; CHARDON et THOURET, 1994 ; THOURET et LAFORGE, 1994).

L'analyse des *facteurs socio-démographiques et économiques* vise à :
 — définir les populations exposées par leur structure et leur mobilité : rythmes de croissance, ressources et activité professionnelle, niveau de formation et de scolarisation, état sanitaire et alimentaire, migrations quotidiennes et type de quartier urbain ;
 — repérer les facteurs de cohésion/décohésion et de stabilité/instabilité, d'inégalités sociales et de segmentation : mobilité, renouvellement, origine géographique et migrations, relations avec les campagnes environnantes, types d'associations et de communautés. Ces paramètres ont

notamment pour but de révéler l'existence d'une hiérarchie dans le groupe, d'individualiser des responsables et de déterminer les relais utilisés et utilisables entre les autorités locales et la population.

L'objectif général de la définition des types de populations et d'associations est la prévision des réponses imminentes et latentes aux crises, ainsi que l'utilisation possible de structures sociales existantes pour la transmission des informations.

L'analyse des *facteurs socio-culturels*, d'ordre cognitif ou éducatif et d'ordre perceptif, fonde la mesure du comportement individuel et collectif devant l'alerte et la catastrophe. Elle permet de faire le point sur les connaissances acquises et les expériences de sinistres vécus, ainsi que sur l'existence et la qualité de la prévention et des solutions de défense alors envisagées. La perception du risque par l'individu et le groupe et les éléments qui la modulent peuvent être également mesurés au moyen d'enquêtes (D'ERCOLE, 1991) reflétant l'évaluation des menaces et de leurs conséquences dommageables possibles, l'appréciation de la « qualité environnementale » du quartier urbain, etc. L'étude des facteurs cognitifs et perceptifs cherche donc à prévoir les modes de comportement des populations exposées, notamment les réactions individuelles et collectives à l'action préventive et à une alerte donnée. Prévoir ces modes de comportement, c'est d'abord cerner l'écart subsistant entre les champs cognitif et perceptif, qui influe sur les réactions individuelles ou collectives. C'est ensuite comprendre à quel groupe ou à quel organisme la responsabilité est demandée ou transférée en cas d'alerte et de sinistre. L'analyse des facteurs socio-culturels s'avère complexe, car elle doit être conduite dans des sociétés différentes, dont la population perçoit ou ne perçoit pas la menace, et à trois pas de temps discrets : pendant la crise, au moment de l'impact et après la catastrophe.

Les facteurs physiques, techniques et fonctionnels désignent :

- la qualité du bâti (matériaux et techniques de construction, type d'habitat) et des infrastructures (voirie, appareil industriel, etc.) ;
- la structure, le réseau et la qualité opérationnelle des organismes chargés de la prévention et de la protection civile (personnel, matériel et bâtiments de la Croix-Rouge, des pompiers et des hôpitaux, etc.) ;
- l'accessibilité et la disponibilité des flux et relais existants (systèmes d'alerte, itinéraires d'évacuation, centres de secours, dépôts) ;
- l'organisation et la mise en œuvre des secours et des plans d'intervention lors des sinistres passés.

L'étude de ces facteurs contribue à évaluer, *a priori* et *a posteriori*, l'efficacité des organismes et à repérer les blocages et les dysfonctionnements éventuels qui peuvent enrayer l'organisation des secours en cas de catastrophe. Les dysfonctionnements désignent les blocages entre

les structures ou à l'intérieur de celles-ci et ceux des relais politico-administratifs, pivots d'un plan de contingence. Conduit après une crise, l'ensemble de cette étude contribue enfin à améliorer la qualité de la planification préventive future.

Les *facteurs institutionnels et politico-administratifs*, méconnus et difficiles à appréhender, concernent l'appareil législatif et réglementaire, ainsi que les rouages administratifs de prévention et de gestion des risques. Ils englobent donc les choix politiques de planification préventive (occupation et utilisation du sol, protection technologique, formation et éducation, politiques de relogement), les opérations de protection civile (plans d'intervention en cas d'alerte et d'urgence, mesures d'aide humanitaire) et enfin la gestion de l'après-crise, c'est-à-dire la phase d'adaptation de la population sinistrée et de réhabilitation des biens endommagés.

La qualité des facteurs institutionnels peut être évaluée de deux manières : directement par l'analyse des textes légiférant en matière de risque en milieu urbain ; indirectement par l'impact des textes réglementaires mesuré à deux pas de temps, en situation de crise latente et au moment de l'urgence et de la catastrophe. Il s'agira de savoir comment l'information préventive et le message d'alerte sont transmis entre les décideurs, les relais administratifs régionaux et locaux et les citoyens menacés. En corollaire, l'impact des textes réglementaires dépend largement du mode de comportement de deux catégories d'individus (en sus des décideurs eux-mêmes) : les responsables et les diverses associations de quartier d'une part — ce qui permet de mesurer le poids du contexte politique local dans la perception et l'application du texte réglementaire — ; l'individu vulnérable, les sinistrés et les bénéficiaires des politiques de relogement d'autre part, — ce qui autorise l'évaluation du degré de perception du texte dans un quartier exposé, particulièrement dans un quartier sous-intégré plus vulnérable. L'impact des textes législatifs peut être également mesuré *a posteriori*, lors de la phase d'adaptation aux catastrophes. Les conséquences de ces dernières fournissent matière à réflexion pour qui veut comprendre la genèse de la législation : en Colombie, le code de construction a été développé après le séisme de Popayan en 1983 et la planification urbaine préventive après la catastrophe d'Armero en 1985.

Facteurs géographiques et conjoncturels de la vulnérabilité

Au moment même de l'impact, la vulnérabilité des personnes et des biens prend une nouvelle acception qui diffère souvent de celle des facteurs structurels décrits. En effet, deux catégories de facteurs, géographiques et conjoncturels, jouent momentanément un rôle contingent, difficile à prévoir. Le diagnostic qui fonde notre approche du

système de la vulnérabilité doit prendre en compte et éventuellement prévoir ces facteurs au moment de l'impact d'un sinistre (tabl. I, partie B). Les facteurs géographiques désignent les contraintes de localisation, le lieu et le moment précis, le style et la récurrence de l'impact. Les facteurs conjoncturels tels que les dysfonctionnements urbains et techniques, les blocages institutionnels et les défaillances temporaires accentuent les effets de l'impact.

Les facteurs géographiques se réfèrent aux paramètres spatio-temporels de l'impact d'un phénomène naturel créateur de dommages et aux caractéristiques de la catastrophe.

Les contraintes de localisation interviennent comme facteurs limitants et de déclenchement. Les facteurs limitants sont représentés par les pentes et la morphologie des vallées qui canalisent les écoulements sur un volcan, la morphologie du lit majeur des vallées inondables, les paramètres géotechniques des matériaux impliqués dans un glissement ou dans les déformations induites par un séisme, etc. Les facteurs de déclenchement sont représentés par le rapport pluie/débit dans un bassin versant générateur de crues, le volume et le débit de l'éruption génératrice d'écoulements pyroclastiques, l'intensité d'un séisme et la sollicitation dynamique des sols impliqués dans la zone sismique, etc.

Le lieu et le moment précis de l'impact constituent les données primordiales d'extension et de durée d'une catastrophe. L'occurrence exprime le contexte du déclenchement : une éruption violente au bout d'une période de crise courte sur un volcan reculé et apparemment éteint, dont l'histoire éruptive n'est connue que de façon fragmentaire (Pinatubo, 1991) ; une crue rapide dans un bassin versant non équipé, à l'amont d'un piémont récemment urbanisé ou soumis à un fort impact touristique ; un glissement de terrain brutal dans une zone urbanisée, où des dégradations anthropiques ont rendu le système de drainage défectueux (Villa Tina, Medellín, septembre 1987).

Le style du phénomène recouvre les paramètres de sa manifestation, par exemple le type de dynamisme éruptif pour une activité volcanique, la géométrie de la masse déplacée et la cinématique du mouvement de masse pour un glissement de terrain. Le style d'une inondation se manifeste par le caractère lent (plaine alluviale d'un fleuve : l'Oise, 1994) ou rapide (bassin versant torrentiel : l'Ouvèze, 1992) de la montée des eaux, ou par une crue urbaine due à l'absence d'évacuation des eaux pluviales dans un périmètre construit et imperméabilisé (Nîmes, 1988).

La fréquence ou la récurrence d'un phénomène naturel s'exprime par le temps de retour quinquennal, décennal ou centennal, paramètre crucial pour toute évaluation du risque. En effet, pour les phénomènes naturels créateurs de dommages répétés, dont le temps de retour est calculé sur une longue période (30 à 100 ans pour des seuils pluvio-

métriques significatifs, plusieurs siècles pour des crues majeures et plus de 5 000 ans pour une éruption majeure), la récurrence doit intervenir dans la définition statistique, voire probabiliste, du risque dans une zone donnée. La récurrence fixe notamment le choix des paramètres physiques d'un scénario éruptif ou sismique (par exemple, The Quito, Ecuador, Earthquake Risk Management Project, 1994). Toutefois, plus le phénomène menaçant est rare et de magnitude élevée, plus l'approche probabiliste est remise en question (exemple des séismes en France métropolitaine).

Les *facteurs conjoncturels ou contingents*, liés aux dysfonctionnements temporaires et imprévisibles, accentuent les facteurs géographiques cités et modifient certains facteurs structurels déjà mentionnés. C'est la coïncidence entre les caractéristiques spatio-temporelles de l'impact et l'émergence des dysfonctionnements contingents, internes ou externes, qui provoque l'impact catastrophique d'un phénomène naturel, c'est-à-dire soudain, violent et dévastant une grande surface.

Les dysfonctionnements urbains et techniques imprévisibles désignent le blocage temporaire ou durable des réseaux et des voies de communication interrompant le trafic et provoquant la panique, la désorganisation des *mass media* et donc le caractère équivoque des messages d'alerte et d'évacuation. Ils entraînent souvent la décohésion des communautés des quartiers et par suite l'interruption des relais de décision locaux.

Les dysfonctionnements institutionnels imprévisibles englobent l'absence ou la défaillance des responsables compétents ou des relais institutionnels locaux ou régionaux (par exemple entre la ville d'Armero et les comités d'urgence, le 13 novembre 1985 ; VOIGHT, 1990), la concomitance d'une crise politique grave (par exemple en novembre 1985 en Colombie) et, dès lors, l'interruption des relais de décision à un niveau élevé. En conséquence, le caractère univoque et unique de la décision et du message transmis est mis en cause, car il influence les réponses des individus et des communautés.

RÉPONSE SOCIALE : MODES DE COMPORTEMENT EN CAS DE CRISE

Au moment de l'alerte, de l'impact, puis de la crise déclenchée par une catastrophe, interviennent diverses réponses des individus et des groupes exposés, qui reflètent le rôle des facteurs étudiés et induisent les effets de la catastrophe. Ces réponses s'expriment par des modes de comportement contrastés, variables dans l'espace, dans le temps, entre les sociétés et en leur sein. Ces variations dépendent non seulement des facteurs analysés plus haut, mais aussi d'un petit nombre de seuils socio-culturels qui vont façonner le comportement humain en cas de catastrophe.

Modes de comportement et seuils socio-culturels

La théorie anglo-saxonne « behavioriste » (WHITE, 1974, école de Chicago) a envisagé les réactions individuelles et collectives comme des formes d'adaptation contrastées, dictées par un niveau socio-culturel et économique qui permet ou inhibe l'adaptation aux effets des désastres, puis leur contrôle éventuel. Trois seuils socio-culturels de comportement ont été définis (BURTON *et al.*, 1978) : la prise de conscience, l'action de « mitigation » ou atténuation des dommages ou de leurs effets, le refus menant à une modification radicale. Ils séparent théoriquement différents modes de comportement social face à une crise et à une catastrophe (tabl. I, partie C). Ces seuils constituent autant d'étapes que l'individu ou le groupe peut atteindre par une amélioration de la perception du risque. Quatre modes principaux de réponse sociale peuvent être distingués en situation de crise latente ou en cas d'urgence (MILETI, 1993 ; DRABEK, 1986).

Premier mode, *l'absorption passive de l'endommagement répété*. L'absence de conscience du risque chez l'individu et (ou) l'absence de préparation à la crise chez la communauté génèrent la vulnérabilité (reflétée par la panique et la fuite), l'endommagement maximal et un coût d'ajustement postcatastrophe exorbitant. Ce premier mode de comportement, illustré par les catastrophes d'Armero (Colombie, 1985) et de Spitak (Arménie, 1988), est devenu plus rare dans les sociétés urbaines des PED aujourd'hui, mais persiste dans leurs campagnes peuplées (cyclones et inondations au Bangladesh, séisme et laves torrentielles chez les indigènes de la vallée du Rio Paez, Colombie, 1994). Il caractérise aussi certains groupes sociaux marginalisés dans les grandes cités (par exemple, les latino-américains dans certains quartiers de Los Angeles frappés par le séisme de Northridge, janvier 1994 ; MITCHELL, 1994).

Deuxième mode, *l'acceptation de l'endommagement*. Elle intervient quand le seuil de prise de conscience est acquis. Ce mode de réponse se traduit par un ajustement temporaire et partiel aux effets des catastrophes, grâce au partage des pertes et des coûts des dommages. Ce partage s'exprime par la solidarité et l'entraide des communautés dans les quartiers d'une ville sinistrée, lors de l'organisation des secours, et dans les mesures de protection à court terme entreprises par une communauté dans son quartier (Manizales, Colombie). On peut envisager le système d'assurance des dommages prévisibles comme une forme de partage de l'endommagement dans nos sociétés qui reflète une acceptation du risque prévisible.

Troisième mode, *la réduction de l'endommagement* par une atténuation individuelle ou collective avant, pendant et après la catastrophe. C'est le cas des plans de protection et d'évacuation précédant les cyclones dans quelques îles de la Caraïbe (la Guadeloupe en 1989 face à Hugo)

et sur le littoral sud-est des USA. Quand elle est active, la réduction vise à modifier les phénomènes naturels menaçants (par exemple, diversion des coulées de lave à l'Etna, 1983, et arrêt de leur progression à Heimaey, 1973). Quand elle est potentielle, la réduction prévient les effets dommageables, par exemple les barrages contre les coulées de boue et de débris autour des volcans actifs de Java, des Philippines, du Japon. Cette dernière reste rare dans les PED, car elle implique que l'individu et la communauté aient franchi le seuil de l'action et pris conscience du « risque acceptable ». Un comportement qui découle d'une estimation correcte du coût de l'atténuation (mesures et ouvrages de protection) face au coût global de l'endommagement prévisible.

Enfin, quatrième mode, *la modification radicale a priori* du comportement social en cas de crise, une fois le seuil de refus dépassé. Modifier revient à intervenir *a priori* et de deux façons sur les conséquences des désastres : changer le mode d'occupation du sol, par exemple l'urbanisation des pentes inconstructibles ou des lits majeurs inondables ; délocaliser les populations menacées et les reloger sur des terrains constructibles et présumés sans danger. Cette réponse sociale a l'avantage de diminuer *a priori* le coût de l'ajustement et d'annuler pratiquement les dommages, mais elle n'est plus l'apanage d'un individu ou d'un groupe. La modification radicale exprimant une volonté politique sous la forme d'une planification urbaine préventive à long terme s'avère très efficace lorsqu'elle est relayée par l'action communautaire. Ce dernier mode, rare et considéré comme l'apanage d'une société « post-industrielle », est partiellement réalisé au Japon, dans les régions sismiques et autour de volcans actifs (le Sakurajima et la ville de Kagoshima).

Des modes de comportement variables face à la catastrophe

On sait que ni les modes de comportement ni les seuils socio-culturels ne sont figés. Les réponses sociales sont variables dans le temps, y compris durant la crise, et dans l'espace, par exemple dans une société citadine contrastée, segmentée et sinistrée. Les variations recensées obéissent à des facteurs structurels et sociaux.

La réponse sociale à la crise dépend d'abord des caractéristiques de l'alerte et de l'individu menacé. En effet, cinq étapes successives façonnent la perception du risque et le comportement consécutif de l'individu (MILETI, 1993) : il entend l'information, confirme puis comprend le message, en personnalise la teneur et enfin entreprend l'action. Ces étapes dépendent des caractéristiques d'une information claire, précise, logique, personnellement délivrée, répétée et confirmée par plusieurs sources officielles, ainsi que de paramètres socio-démographiques, de représentations psycho-culturelles et des rapports de la personne

menacée avec l'environnement physique et social (MILETI, 1993 ; DRABEK, 1986). Parmi ces rapports, le réseau de relations, le niveau éducatif, la mobilité, les ressources disponibles, d'une part, les connaissances acquises et les expériences répétées avant la catastrophe, d'autre part, jouent un rôle déterminant dans l'efficacité de la réponse apportée au sinistre redouté et déclaré.

La réponse sociale à la crise dépend aussi du type de société et varie au sein d'une société au même moment. D'une part, les réponses des sociétés modernes s'opposent à celles des sociétés moins développées (CHESTER, 1993). Souvent uniformes ou rendues uniformes, les premières sont davantage coordonnées et appuyées sur un contrôle technique ; onéreuses, leurs conséquences seront souvent partagées (assurance, secours, aide nationale et internationale). Les réponses d'une société moins développée sont plus hétérogènes, rarement coordonnées et ne seront efficaces qu'en cas de catastrophe d'ampleur modérée. Elles font peu appel à la protection technologique et à un quelconque système de partage des conséquences. D'autre part, les réponses varient au sein d'une société citadine, y compris durant le déroulement de la catastrophe, parce qu'elle concentre et juxtapose des communautés d'origine différente aux caractéristiques, comportements et représentations contrastés. Le cas du séisme de Northridge (17 janvier 1994) a mis en exergue, dans une mégacité américaine, divers modes de comportement dont celui, inapproprié, des immigrants récents latino-américains, l'inégalité du traitement des victimes par rapport à d'autres sinistrés aux USA et l'appauvrissement des citoyens déjà défavorisés (MITCHELL, 1994).

Amélioration des réponses sociales à la crise et à la catastrophe

Comme les réponses sociales sont limitées face aux désastres répétés dans les PED et du fait également que l'aide internationale se traduit souvent par des effets néfastes à long terme, il convient d'améliorer les types de réponse des individus, des groupes et des sociétés, selon trois pas de temps distincts, avant, pendant et après la catastrophe.

Pendant une période de crise latente, l'inventaire des expériences des sinistres vécus est dressé dans une zone urbaine menacée, afin d'évaluer l'endommagement subi et les réactions des communautés citadines. Le diagnostic du phénomène naturel menaçant et celui de la vulnérabilité sont conduits simultanément dans le cadre spatial contrasté des quartiers de niveaux socio-économiques différents, car il s'agit de sensibiliser les communautés exposées. Une politique de prévention concrète et l'éducation des populations, notamment scolarisées, devraient leur permettre d'atteindre rapidement un seuil de prise de conscience suffisant. Dans une zone urbaine directement menacée, le diagnostic des facteurs structurels et conjoncturels de vulnérabilité et un

programme de mesures préventives visent un seuil d'action et d'atténuation par la prévention et la préparation à court et long terme (par exemple, le simulacre de séisme et de tsunami du 15 juillet 1994 à Lima, Pérou ; CHANG, 1994).

Au moment d'une crise imminente et de l'impact, les facteurs géographiques et conjoncturels, notamment les dysfonctionnements urbains, techniques ou institutionnels, accentuent ou du moins modifient les conséquences de l'impact du sinistre (par exemple : Armero et Mexico en 1985 ; VOIGHT, 1990). Les actions préventives menées concerneront le domaine de l'information d'urgence (messages d'alerte), les actions de défense et l'organisation des secours et de l'évacuation. Ces actions sont destinées à préparer la population en transformant l'acceptation de l'endommagement en prise de conscience des mesures de protection efficaces.

La période suivant la catastrophe correspond à une phase d'adaptation et de réhabilitation de durée variable (semaines à années), selon l'ampleur des dommages subis par la communauté (SMITH, 1992). Cette période recouvre d'abord la phase des secours (environ une semaine), puis la restauration des services urbains, le retour des réfugiés, le nettoyage (3 à 4 mois) et enfin la reconstruction, comprenant les réparations (2 à 3 ans) et les améliorations en vue d'un environnement urbain plus sûr (jusqu'à 10 ans ; HAAS *et al.*, 1977, dans SMITH, 1992). Profitant des leçons de l'expérience, la communauté sinistrée peut atteindre le seuil de non-tolérance et refuser le coût exorbitant des dommages, non seulement directs, mais indirects à long terme. Ce seuil devra être conforté, dans la perspective de l'amélioration des réponses sociales face à la crise, par la modification du mode d'occupation du sol, l'application de mesures de relogement et une volonté politique traduite dans la planification urbaine et la gestion globale du risque (par exemple à Manizales, Quito, Singapour). Cette prise en charge politique de la réhabilitation et de la prévention suppose la permanence d'objectifs politiques au-delà d'une décennie.

CONCLUSION : RÉDUCTION DE LA VULNÉRABILITÉ ET GESTION DES RISQUES

L'une des approches de la vulnérabilité consiste à évaluer, au moyen de matrices, la capacité d'endommagement des éléments exposés (LEONE *et al.*, 1995 ; DOURY *et al.*, 1988). Nous proposons ici une autre approche, moins quantitative mais complémentaire, qui prend en compte les facteurs de vulnérabilité d'une société. Ces derniers induisent des types de réponse sociale aux problèmes posés par les catastrophes à venir ou subies. Une politique de planification urbaine

préventive implique donc une réduction de la vulnérabilité par une stratégie d'atténuation des effets des phénomènes naturels et surtout par une amélioration des réponses individuelles et collectives. Une technologie aussi sophistiquée soit-elle ne réduira pas complètement l'impact d'un désastre. À titre d'exemple, le solde des catastrophes volcaniques au xx^e siècle, qui a connu un essor technologique inégalé, est aussi élevé que celui des désastres volcaniques recensés aux xviii^e et xix^e siècles. Cette situation implique la mise en œuvre d'une réduction de la vulnérabilité et d'une gestion du risque, à la fois prévisionnelle et opérationnelle (UNDRO, 1991).

Notre approche de la vulnérabilité débouche sur un diagnostic opératoire, qui vise à atténuer cette vulnérabilité de trois façons.

En premier lieu, la *réduction prévisionnelle, avant une crise*, passe par l'évaluation des éléments exposés et celle des facteurs structurels et géographiques. En effet, il ne s'agit pas seulement de préparer la population aux actions préventives, mais aussi et surtout de conduire une campagne de prise de conscience et d'action portant sur tous les facteurs analysés plus haut. Cet objectif requiert un plan de gestion intégrale *a priori*, qui coordonne les actions des communautés exposées et celles des services techniques, scientifiques, ainsi que des décideurs à l'échelle d'une ville, voire d'une région.

Ensuite, une *réduction opérationnelle, pendant le sinistre*, vise à améliorer la réponse des sinistrés par des mesures concrètes de protection, des messages d'alerte clairs et « ciblés », issus d'un centre de décision unique, surtout dans le contexte d'une société peu préparée. Cette opération implique une collecte instantanée des données issues des centres de secours aux sinistrés, ainsi qu'un fonctionnement coordonné des relais de responsabilité locaux, régionaux et nationaux.

Enfin, une *réduction prévisionnelle et opérationnelle, après la catastrophe*, consiste à collecter, analyser de façon critique et interpréter les données issues de la catastrophe, notamment les dysfonctionnements techniques et les défaillances des relais administratifs et institutionnels. L'opération se poursuivra par une analyse prospective des conditions de réhabilitation à long terme (SMITH, 1992).

L'ensemble de ces opérations complémentaires s'avère indispensable quand il s'agit de dépasser les approches économistes des constats d'endommagement, pour leur substituer une analyse systémique des multiples facteurs de vulnérabilité.

BIBLIOGRAPHIE

- BURTON (L.), KATES (R. W.), WHITE (G. F.), 1978 — *The environment as hazard*. New York, Oxford University Press, 260 p.
- CHALINE (C.), DUBOIS-MAURY (J.), 1994 — *La ville et ses dangers. Prévention et gestion des risques naturels, sociaux et technologiques*. Paris, Masson, coll. Pratiques de la géographie, 247 p.
- CHANG (C. M.), 1994 — « Différents aspects concernant le grand simulacre de séisme et de tsunami de Lima et Callao ». In : *Colloque international « Croissance urbaine et risques naturels »* (Clermont-Ferrand, université Blaise Pascal, 2-3 décembre 1994), recueil des « résumés étendus », université Blaise Pascal et Ceramac.
- CHARDON (A.-C.), THOURET (J.-C.), 1994 — Cartographie de la vulnérabilité globale d'une population citadine face aux risques naturels : le cas de Manizales (Andes de Colombie). *Mappemonde*, 4 : 37-40. Numéro spécial « Les risques naturels ».
- CHESTER (D.), 1993 — *Volcanoes and Society*. London, Edward Arnold, 351 p.
- D'ERCOLE (R.), 1991 — *Vulnérabilité des populations face au risque volcanique. Le cas de la région du volcan Cotopaxi (Équateur)*. Thèse, univ. J. Fourier, Institut de géographie alpine, Grenoble, 460 p.
- D'ERCOLE (R.), 1996 — La catastrophe et son impact à moyen terme : l'exemple de Popayan (Colombie), dix ans après le séisme du 31 mars 1983. *Cah. Sci. hum.*, 32 (2) : 445-470.
- DOURY (J.-L.), DURVILLE (J.-L.), MADELAIGUE (C.), 1988 — L'étude de simulation des effets du séisme de Lambesc. *Aménagement et nature*, 90 : 15-18. Numéro spécial « Catastrophes naturelles, risques et prévention ».
- DRABEK (T. E.), 1986 — *Human system responses to disaster : an inventory of sociological findings*. New York, Springer Verlag, 509 p.
- HEWITT (K.), 1983 — *Interpretations of calamity*. Boston, Allen and Unwin, 280 p.
- LEONE (F.), ASTÉ (J.-P.), VELASQUEZ (E.), 1995 — Contribution des constats d'endommagement au développement d'une méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité appliquée aux phénomènes de mouvements de terrain. *Bulletin de l'Association des géographes français*, 4 : 350-371.
- MILETI (D. S.), éd., 1993 — *The Loma Prieta, California, Earthquake of October 17, 1989. Public response*. Reston (Virginia), US Geological Survey Professional Paper 1553-B, 69 p.
- MITCHELL (J. K.), 1994 — « Natural disasters in the context of megacities ». In : *The Megacities and Disasters Conference*, United Nations University, Tokyo, January 10-11, 1994, 39 p.
- MORA (S.), 1994 — « Natural disasters hinder socio-economic development in Costa Rica ». In : *The 9th Seminar on Earthquake Prognostics*, San José, Costa Rica, 19-23 September 1994, 13 p.
- SMITH (K.), 1992 — *Environmental hazards : assessing risk and reducing disaster*. London, Routledge, 324 p.
- SUSMAN (P.), O'KEEFE (P.), WISNER (B.), 1983 — « Global disasters, a radical interpretation ». In Hewitt (K.), éd. : *Interpretations of calamity*, Boston, Allen and Unwin : 263-280.

- The Quito, Ecuador, Earthquake Risk Management Project, 1994 — *An overview*. A GeoHazards International Publication (EPN, IMQ, Orstom, Oyo Co.), 34 p.
- THOURET (J.-C.), LAFORGE (Ch.), 1994 — Hazard appraisal and hazard-zone mapping of flooding and debris flowage in the Rio Combeima valley and Ibagué city, Tolima department, Colombia. *Geojournal*, 34 (4) : 407-413.
- United Nations Disaster Relief Organization, UNDRO, 1991 — *Mitigating natural disasters. Phenomena and options. A manual for policy makers and planners*. New York, United Nations, 165 p.
- VOIGHT (B.), 1990 — The Nevado del Ruiz volcano catastrophe : anatomy and retro-spection. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 42 : 349-386.
- WHITE (G. F.), éd., 1974 — *Natural hazards : Local, National, Global*. New York, Oxford University Press, 260 p.
- World Resources Institute, WRI, 1990 — *World Resources, 1990-91*. New York, Oxford University Press, 383 p.