

Dr. Guellouh Sami.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BATNA -2

CHAHID MOSTEFA BEN BOULAIID



Institut des sciences de la terre et de l'univers

Département de géographie et aménagement du territoire

Master I : Gestion des risques majeurs et sécurité civile

Cours :

La typologie des risques



Réalisé par : *Dr. Guellouh Sami.*

Année universitaire 2019/2020

Intitulé de l'UE : UEF 01

Intitulé de la matière : *La typologie des risques*

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

Ce module permet d'acquérir des notions sur la typologie des différents types de risque naturels et technologique.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes*).

Contenu de la matière : La typologie des risques

Chapitre 1 : La géographie des risques

Historique

Champ d'application

Chapitre 2 : Notion de risque

Aléa

Vulnérabilité

Enjeux

Chapitre 3 : Notions de vulnérabilité

Facteurs et critères

Méthodes d'analyse

Chapitre 4 : Types de risques

Risques naturels

Risques technologiques

Chapitre 5 :

❖ Etude de cas

Mode d'évaluation : *Contrôle continu et examen*

Chapitre 1 :

La géographie des risques

Introduction :

Les risques et les catastrophes sont partout présents sur le globe, mais l'organisation zonale des milieux physiques, des écosystèmes a un effet sur la répartition géographique des risques et des catastrophes. Cette organisation zonale caractérise en premier lieu la répartition de plusieurs aléas physiques et biologiques (Dauphiné A, 2001).

La géographie des risques permet de mettre en évidence les processus géographiques qui contribuent à l'augmentation ou à la diminution de la vulnérabilité des territoires et des sociétés face à de nombreux aléas.

1. Historique

Au cours des siècles, avalanches, inondations, submersions marines, sécheresses, séismes, éruptions volcaniques, tempêtes et cyclones ont provoqué de nombreuses catastrophes, qui ont été documentées depuis longtemps par des travaux d'historiens et de géographes. Au delà de la connaissance d'événements anciens qui ont eu des effets souvent dramatiques pour les sociétés, l'intérêt pour les désastres passés répond à la volonté de conserver leur mémoire à des fins préventives. (Alexis Metzger et al, 2019).

Contrairement aux autres sciences sociales comme la sociologie. Les travaux de géographie sur les risques sont relativement récents. En effet, les approches scientifiques de la géographie du risque remontent aux travaux de Gilbert WHITE (Human adjustments to floods. 1945) sur les «résultats des investissements anti-risques de la vallée du Tennessee pour le contrôle des inondations ».

Bien qu'il ne constitue pas à priori un phénomène spatial du fait de son essence invisible, abstrait, le risque n'en demeure pas moins une question sociale à laquelle doit s'intéresser la géographie qui étudie les rapports sociaux et leurs traductions spatiales.

En effet, le Risque est parfois localisé dans des secteurs définis (risque d'inondation, d'incendie, d'épidémie. etc.). Le risque est donc devenu un objet géographique car, plus qu'un objet spatial, il est un objet territorialisé, de par ses composantes sociales (liées au vécu, aux perceptions), spatiales, temporelles. (Veyret Y, 2004). Toute allusion au territoire met en évidence des conflits et les intérêts des différents acteurs qui occupent l'espace. Ainsi, le géographe qui étudie le risque aura à se pencher sur les notions

d'espace, de temporalités, de territoire, d'aménagement du territoire, d'échelles, de seuils de risque acceptables, etc. (Hamadou A, 2010).

Les approches géographiques des risques sont marquées par des préoccupations politiques et culturelles qui influencent le regard des sciences sociales à partir des années 1960. Depuis les années 1990, la question environnementale mondialisée devient hégémonique et performative. Les préoccupations environnementales émergent au cours des années 1960 et 1970 en réaction à un modèle de développement prédateur et aux grands récits de la croissance et du développement. (Julien Rebotier, 2012).

2. Champs d'application

D'une manière générale, la géographie étudie les risques suivant sa subdivision en deux branches. Ainsi la géographie économique et humaine s'intéresse aux risques technologiques et sociaux alors que la géographie physique s'occupe des risques naturels. Cette fragmentation a fait que certains aspects du risque ont suscité peu d'intérêt pour les études de géographie. C'est le cas par exemple du risque d'incendie qui selon November (cité par Dauphine), « a été peu étudié en Géographie alors qu'il contient à la fois des caractéristiques physiques et humaines, nécessitant l'intégrer dans l'objet d'étude de la géographie ». Le risque d'incendie bien que peu étudié, a été traité par des études de géographie urbaine.

Toutefois, en géographie l'étude du risque en général a selon Dauphine (2005) beaucoup plus porté sur les paramètres d'aléa et de vulnérabilité. La raison serait le fait que cette démarche procure un avantage au géographe car elle lui permet de cartographier le risque puisqu' aléa et vulnérabilité peuvent chacun être cartographiés et le croisement des deux paramètres permet d'élaborer la cartographie du risque (Hamadou A, 2010).

Conclusion :

La dimension territoriale du risque et ses effets (catastrophes) est essentielle et nécessite de les aborder comme un élément participant activement aux transformations territoriales, il est capable de marquer certains espaces sur le long terme et même d'être lisible dans le paysage.

La géographie des risques met en évidence plus en moins la dimension territoriale du risque et les interactions entre ses composantes dont le objectif est de diminuer la vulnérabilité des territoires et des sociétés face à de nombreux aléas.

Chapitre 2 :

Notion de risque

Introduction

Il n'y a pas de définition universelle de la notion du risque. Le vocable risque vient de l'arabe 'Rizq' qui fait référence à tout ce que la providence peut fournir à l'homme de bon ou de mauvais. Ce terme fut repris au Moyen âge en Europe pour s'appliquer aux assurances maritimes concernant les fortunes de mer (Christian. L et al, 2002). Le risque est une notion composite. C'est le produit d'un aléa et d'une vulnérabilité (Dauphiné A, 2001).

En effet, La notion de risque est communément définie comme la combinaison de deux composantes qui sont l'aléa et la vulnérabilité (Ancey et al, 2005). Il n'y a pas de risque sans aléa, il n'y en a pas sans élément vulnérable exposé (Torterotot, 1993). Donc, le risque n'existe pas si les deux composantes ne sont pas en coprésences (Beck E, 2006).

1. Le risque

Le risque est lié à un aléa d'origine naturelle ou anthropique dont les effets prévisibles mettent en jeu un grand nombre de personnes et leurs biens et peut provoquer des dommages considérables sur l'environnement qui sont souvent irréversible. Il est forcément le résultat du croisement de deux composantes intimement liés à savoir l'aléa et la vulnérabilité. Il se différencie du danger en ce qu'il implique une prise de risque plus ou moins assumée de la part de la société (Luhmann, 1993).

Un risque est une menace, un danger, une probabilité d'un événement dommageable que l'on peut évaluer et gérer. Gérer ce risque, c'est faire en sorte qu'il soit acceptable. La gestion d'un risque s'articule autour de la prévention, de la prévision de ce risque et de sa réparation (Christian L et Jean-Luc S, 2002).

Le risque correspond ainsi à la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un aléa (un événement qui peut affecter un système donné) et des conséquences pouvant en résulter sur les éléments vulnérables d'un milieu. Les pertes peuvent être estimées en termes de vies humaines, de destruction d'infrastructures ou en termes financiers. Les

principaux dommages directs causés par l'aléa sont les dommages aux personnes, aux bâtis, aux activités socioéconomiques et à l'environnement.

L'aléa ne devient un risque qu'en la présence d'enjeux humains, économiques et environnementaux. Un séisme d'une magnitude importante dans le désert n'est pas un risque, mais s'il survient dans une ville densément habitées devient un risque majeur et provoque des dommages considérables.

Les risques peuvent être classés selon trois critères : (Christian L et Jean-Luc S, 2002).

L'origine : un risque résulte de l'émergence d'un événement à caractère aléatoire (aléa) générateur du danger. On peut ainsi distinguer les événements naturels (risques naturels), les accidents associés à des réalisations technologiques (risques technologiques), les activités liées aux activités professionnelles, les risques médicaux, les risques émanant des dangers de la vie sociale (risque alimentaire, risque associés à la pollution...), les risques des loisirs, des sports....

Le vecteur : il définit la nature de danger, (mécanique, chimiques, radioactif) qui dépend d'un milieu de transfert (urbain, aquatique, sol).

La cible du risque : il peut s'agir de la population et ses biens, ou des écosystèmes.

Le risque peut être évalué selon trois dimensions : la probabilité de réalisation, sa gravité en cas de réalisation et l'estimation du niveau de connaissances que nous possédons sur le risque.

Un risque correspond à la probabilité d'une perte. La notion de perte est vaste puisqu'elle englobe aussi bien les vies humaines, le patrimoine industriel, agricole et culturel, que la stabilité des systèmes politiques. Le risque dépend de l'importance du phénomène physique (inondation, séisme...) à l'origine de la perte, et la relation *probabilité/intensité* qui définit l'aléa. Mais, si le risque est en fonction de l'importance de l'aléa, la gravité du risque et ses effets dépend de la vulnérabilité de la zone exposée, la quelle s'exprime par la relation *effet/intensité*. (Christian L et Jean-Luc S, 2002).

$$\mathbf{Risque = f (Aléa, Vulnérabilité)}$$

Cependant, on peut aller plus loin que cette relation, car d'autres facteurs entrent en jeu dans la définition d'un risque et dans sa variabilité (Richmond, 2003). Le risque possède également une dimension temporelle et il est caractérisé aussi par une dimension spatiale qu'il faut prendre en compte (Beck E, 2006). Par conséquent, la relation pourra prendre la forme suivante :

$$\mathbf{R = F (A (t, s)), F (V (t, s)) / T : temps, S : espace.}$$

1.1. L'aléa

L'aléa est un phénomène (naturel/technologique) plus ou moins probable sur un espace donné. Il semble le terme le plus adéquat pour définir le phénomène physique, naturel et non maîtrisable, d'occurrence et d'intensité donnée (définition du ministère de l'environnement et de développement durable français). Cette définition révèle le caractère hasardeux du risque et le faire différencier de sa définition linguistique qui le présente comme un risque et non pas un de ses composantes. Au sens restreint, il désigne la probabilité d'occurrence d'un phénomène. L'aléa est en effet fonction de l'intensité du phénomène, de son occurrence, de la durée considérée et de l'espace pris en compte, c'est-à-dire que ce concept est plus complexe qu'il n'y paraît (Dauphiné A, 2010).

Il constitue un phénomène, une manifestation physique ou une activité susceptible d'occasionner des pertes en vies humaines ou des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement (Morin, 2008).

Donc, L'aléa est la probabilité d'occurrence d'un phénomène d'intensité donnée dans un lieu donné et avec une récurrence donnée.

La probabilité d'occurrence (l'inverse de la période de retour « si elle existe »), l'intensité et l'extension spatiale sont les facteurs qui caractérisent un aléa et les conséquences de cet aléa sur les enjeux dépendent de ces deux derniers facteurs (Beck E, 2006).

Dans le contexte des risques technologiques, ou plus largement des risques d'origine anthropiques. Le terme aléa est peu souvent employé (Martin, 2004), car il implique un caractère aléatoire auquel l'accident industriel ne peut pas répondre puisque souvent causé par l'homme (Beck E, 2006). Cependant, l'expression aléa technologique s'est répandue depuis quelques années, elle a été définie comme une probabilité de manifestation d'un phénomène accidentel sur un site industriel DPPR-MEDD et al, 2005).

L'aléa peut être évalué par l'intermédiaire de deux approches :

L'approche déterministe qui vise à définir l'intensité maximale d'un événement susceptible de se produire dans une zone donnée. L'approche probabiliste qui détermine la probabilité d'occurrence d'un phénomène d'intensité donnée. Quelle que soit la

méthode choisie, l'évaluation de l'aléa fait appel à différents outils et ressources (Beck E, 2006) :

L'inventaire : A partir de témoignages, de documents cartographiques anciens et d'archives textuelles

Observation / surveillance: Les réseaux de stations de mesure permanents et les satellites enregistrent continuellement des données météorologiques, sismologiques, etc. Ils sont utilisés dans un objectif opérationnel (surveillance) et scientifique (connaissance des phénomènes).

Modélisation : des modèles, couplés aux bases de données (issues de l'analyse des archives ou des réseaux de surveillances), permettent de reconstituer des catastrophes afin d'en comprendre les mécanismes ou simuler des scénarios dans l'objectifs d'en évaluer les conséquences.

La simulation à échelle réduite : la compréhension de l'aléa et plus exactement des manifestations du phénomène destructeur passe également par sa simulation à échelle réduite en laboratoire : on peut citer par exemple les tables vibrantes qui reproduisent les effets d'un séisme sur des maquettes de bâtiments. Dans ce cas, le problème de transférabilité des résultats à des échelles plus grandes se pose.

1.2. La vulnérabilité

La vulnérabilité exprime le niveau d'effet prévisible d'un phénomène sur des enjeux (l'homme, ses activités et l'environnement), c'est-à-dire que vulnérabilité est une notion composite qui prend en compte divers paramètres géographique et socioéconomique.

Et selon Leone et al, (2006) la vulnérabilité peut être définit ainsi comme une propension à l'endommagement ou au dysfonctionnement de différents éléments exposés (biens, personnes, activités, fonctions, systèmes) constitutifs d'un territoire et d'une société donnés.

1.3. Les enjeux

Les enjeux sont en fait les domaines affectés par le risque, les hommes, leurs biens et le milieu dans lequel ils vivent. Cette palette des enjeux varie suivant la nature de l'aléa. Ainsi pour les risques du vivant, l'habitat n'est pas un enjeu tandis que c'est un enjeu primordial lors d'un séisme. Ils représentent l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel ou technologique. Ils sont généralement classés en trois types : les enjeux humains, les enjeux économiques et les enjeux environnementaux.

1.4. L'exposition

L'exposition peut être définie comme le fait d'être soumis aux effets redoutés d'une source de danger. Elle peut être présentée cartographiquement par l'extension spatiale d'un aléa d'une intensité donnée (Beck E, 2006). Elle est définie ainsi comme le degré, la durée et /ou l'étendue dans laquelle le système est en contact avec ou subit des perturbations (Adger, 2006). C'est donc la prédisposition d'un système à être perturbé par les événements au regard de sa position (Balica, 2010).

2. Les types de risques

Les différents types de risque auxquels chacun de nous peut être exposé sont regroupés comme suit :

2.1. Les risques naturels

Les risques naturels se rapportent à des aléas qui font intervenir des processus naturels variés : atmosphériques, hydrologiques, géologiques ou géomorphologiques : (avalanche, feu de forêt, inondation, mouvement de terrain, cyclone, tempête, séisme et éruption volcanique).

Le risque naturel se situe à la croisée entre, d'une part, un ou plusieurs aléas, et, d'autre part, la vulnérabilité d'une société et/ou d'un territoire qu'elle occupe. Le niveau des risques "naturels" pourrait se voir aggravées par la croissance démographique et par la pression sur les ressources (Vincent C et Emmanuel J, 2005).

2.2. Les risques technologiques : ils regroupent les risques d'origine anthropique à savoir : industriel, nucléaire, biologique, rupture de barrage et celles dues aux exploitations minières et souterraines, transport de matières dangereuses ainsi que la pollution et des risques sanitaires.

2.3. Les risques de la vie quotidienne : (accidents domestiques, accidents de la route ...)

2.4. Les risques liés aux conflits.

Tout le monde admet que **les risques de transports collectifs (personnes, matières dangereuses)** qui constituent un cas particuliers des risques technologiques (les enjeux varient en fonction de l'endroit où se réalise l'accident) forment l'une des familles des risques, par conséquent, les risques sont regroupés en 5 grandes familles.

Le risque peut être caché (il n'est pas encore manifesté), apparent (il se manifeste) ou disparu (il ne peut plus se manifester).

Les risques peuvent être classés selon leur nature (géologique, hydrométéorologique, industriel, sanitaire...), leur dispositif (technique, législatif, éducatif...), mais aussi selon leur intensité. Ainsi on qualifie certains risques de mineurs, les autres de majeurs (Beck E, 2006). Tous les risques peuvent être classés en fonction de leur fréquence d'apparition et de leur gravité, ainsi que le montrent les travaux de l'anglais Farmer (1967).

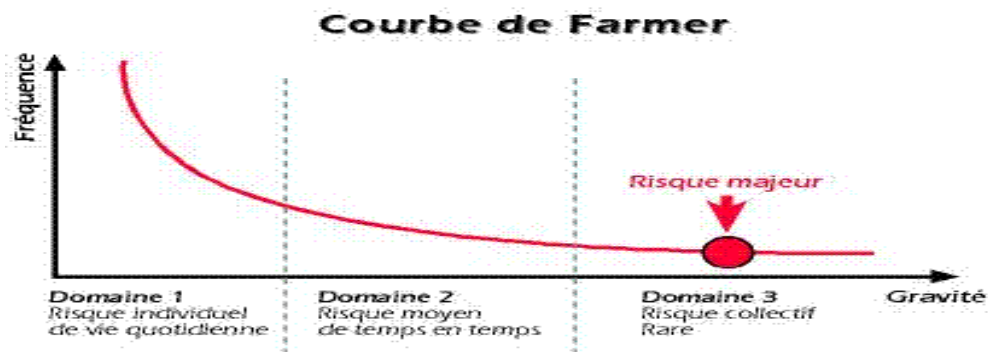


Figure 1. Courbe de Farmer (1967).

Suivant les travaux de Farmer, le risque majeur se définit comme la menace d'un événement caractérisée par une faible fréquence et dont la gravité dépasse les instances concernées (la société se trouve absolument dépassée par l'immensité de la catastrophe).

Selon la classification la plus répandue, Les risques majeurs peuvent être classés en deux catégories : naturels et technologiques.

Le risque naturel majeur

C'est une menace découlant de phénomènes géologiques ou atmosphériques aléatoires, qui provoquent des dommages importants sur l'homme, les biens et l'environnement. Les risques naturels majeurs sont des risques d'atteinte aux personnes qui résultent principalement d'une disposition exceptionnelle des agents naturels (Christian L et al, 2002).

Le risque technologique majeur :

C'est le risque engendré par l'activité entropique. Il constitue une menace d'un événement indésirable due à une la défaillance d'un système potentiellement dangereux et dont les conséquences graves, immédiates qui touchent l'homme, ses bien et son environnement. La probabilité d'occurrence d'un risque technologique est particulièrement aléatoire par la diversité et la complexité des installations et les structures. L'état et les exploitants, dans leur politique de prévention du risque,

prennent donc en compte non la probabilité d'occurrence de l'accident, mais la seule possibilité de survenance des événements générateurs de tels risques (Masrouri F et al, 2009). Par contre, le risque technologique mineur est défini par comme un risque à forte probabilité qui est rapidement maîtrisé, car lié à un dysfonctionnement technique connu et dont les conséquences sont limitées dans le temps et dans l'espace (Hiegel, C 2001).

Le risque, d'origine naturelle ou technologique, est dit majeur lorsqu'il peut faire de très nombreuses victimes et occasionner des dommages considérables, dépassant les capacités de réaction des instances concernées (États, sociétés civiles), à l'échelle de la zone touchée. A divers niveaux d'échelle. Les conséquences, pour la population, sont dans tous les cas tragiques en raison du déséquilibre brutal entre besoins et moyens de secours disponibles (Géoconfluences, 2013).

3. L'étude des risques

La connaissance du risque est indispensable à toute gestion efficace de celui-ci. On ne peut pas espérer réussir à limiter un risque si on ne le connaît pas, si on ne possède pas de solides connaissances sur l'aléa comme sur les éléments exposés. Il faut pouvoir caractériser l'aléa et ses composantes, à savoir son intensité, son extension spatiale et sa probabilité d'occurrence.

Il ne sera jamais possible de modéliser avec exactitude et de prédire avec une extrême précision les modalités de manifestation d'une catastrophe, mais on peut tout au moins essayer de se rapprocher de la réalité. En résumé, une gestion ciblée des risques nécessite avant tout une bonne connaissance de celui-ci. Les études des risques peuvent être menées par plusieurs entrées : sectorisée, intégrée, mono-sectorielle ou multi risque (Beck E, 2006).

Les études centrées sur l'aléa ou la vulnérabilité des éléments exposés, dite études sectorisées, sont nécessaires à la compréhension des phénomènes, de leurs mécanismes, de leur prévision, de leurs conséquences, du niveau de protection des éléments vulnérables, etc.

Mais les études de risques ne prennent un sens, que lorsqu'elles considèrent l'ensemble des composantes et qu'ainsi elles sont intégrées. La démarche intégrée une étude prenant en compte l'ensemble des composantes du risque, à savoir l'aléa et la vulnérabilité des éléments exposés. Les études sectorisées pour cette raison disciplinaires ne doivent pas être déclassées, bien au contraire, car elles représentent

des sources de connaissances non négligeables pour la mise en œuvre des études intégrées (pluridisciplinaires).

En définitive, si l'optimisation de la gestion des risques nécessite entre autres une amélioration de la connaissance sur ces risques, alors il est primordial d'améliorer nos connaissances sur l'aléa, sur ses manifestations, sur la vulnérabilité des éléments exposés, sur la manière dont la population appréhende ces risques. En résumé, il est important d'adopter une démarche intégrée d'étude des risques (Beck E, 2006).

3.1. Les interactions entre les différents risques

Une approche mono-sectorielle étudie un risque à la fois, alors qu'une étude multi-risques porte sur différents types de risques et prend en compte leurs interactions.

Les risques ne peuvent plus être aujourd'hui étudiés comme un système indépendant les uns des autres puisque, des interactions sont régulièrement observées. Ces interactions peuvent intervenir de différentes manières selon la nature du phénomène considéré. (Il ne s'agit pas à proprement parler d'interactions mais d'action ou de relation cause à effet : une interaction implique qu'il y ait des actions dans les deux sens, ce qui serait alors symbolisé par une double flèches, il faut donc préciser en cas de nécessité s'il s'agit d'une véritable interaction ou d'une simple action).

Quatre cas interactions peuvent être rencontrés :

- ❖ Cas A : entre deux catastrophes naturelles.
- ❖ Cas B : entre deux catastrophes technologiques.
- ❖ Cas C et D : entre une catastrophe naturelle et une catastrophe technologique, avec deux cas différents selon la nature du phénomène initiateur.

Différentes exemples montrent que les interactions entre risques ont eu lieu dans un passé relativement proche et soulignent qu'une approche multi-risques d'évaluation des risques comme dans leur gestion doit être envisagée. Il est indispensable de considérer les risques de manière globale, non pas comme des boîtes noires indépendantes les unes des autres mais comme des systèmes pouvant interagir entre eux (Beck E, 2006).

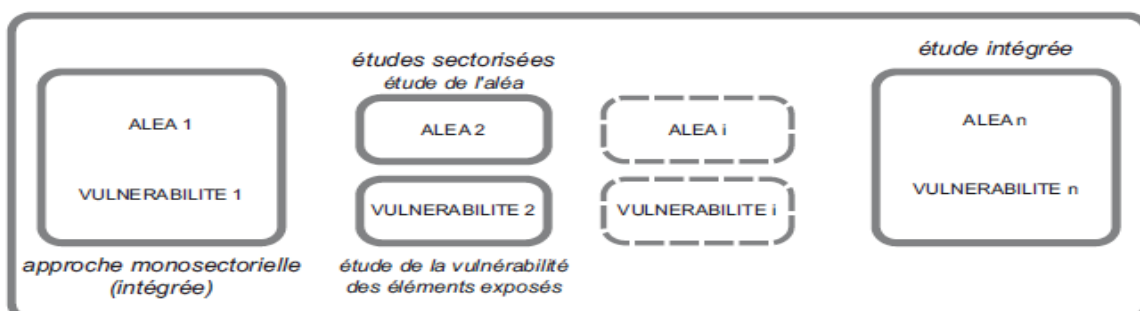


Figure 2. Etude mono-sectorielle, sectorisées, intégrées, multi-risques (Beck E, 2006).

3.2. L'effet domino

Les évènements catastrophiques sont le résultat d'effets dominos entre un ou de plusieurs risques sur un même territoire. Le risque est le produit d'interaction entre une société et son environnement sur un espace donné (IPC 14). Une catastrophe peut ainsi être le résultat d'une combinaison entre plusieurs aléas naturels, entre plusieurs aléas technologiques, mais aussi entre aléas naturels et technologiques (nat-tech). En outre, les effets domino prolongent la diffusion des conséquences dans l'espace et dans le temps au-delà de l'échelle des aléas pris indépendamment (REG 15). « L'effet domino » est un terme générique qui désigne une séquence d'évènements interdépendants progressant par cause à effets. Ce terme est souvent associé aux « effets en cascades » ou « évènements en cascades »

Selon les domaines et les angles d'études, les travaux scientifiques tendent à nuancer des aspects particuliers dans la chaîne causale. Sous le terme « effets domino », on peut d'abord distinguer l'aspect direct ou indirect reliant les évènements imbriqués. Gill et al, (2016) aborde les effets dominos selon qu'un premier évènement déclenche, amplifie ou altère d'autres évènements.

Le terme effets domino suppose une chaîne séquentielle issue d'un évènement déclencheur et le terme en cascade suppose une amplification des effets le long de la chaîne d'interaction.

4. La catastrophe

La catastrophe correspond à la réalisation du risque majeur. Elle correspond à l'occurrence d'un phénomène d'une intensité plus ou moins élevée et aux conséquences plus ou moins dramatiques sur les éléments exposés. Il n'y a pas nécessairement de relation entre le niveau d'aléa et le niveau de la catastrophe : les pertes humaines et financières dépendent beaucoup des circonstances dans lesquelles a lieu l'évènement. Ainsi, l'heure, le jour de la semaine, la période de l'année, les conditions météorologiques ou conjoncturelles influenceront sur les pertes et les dommages. Un tremblement de terre qui se produit de nuit en semaine, surprenant la population dans son sommeil, n'aura pas les mêmes conséquences s'il survient un dimanche après-midi ensoleillé, alors que la population se trouve en majorité à l'extérieur des bâtiments (Beck E, 2006). Ainsi, il n'est pas rare qu'un risque important déclenche une catastrophe

de faible intensité, ou l'inverse, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'une relation directe entre l'intensité du risque et celle d'une catastrophe.

A l'inverse des aléas et des risques qui se situent dans le monde du probable, les crises, les désastres ou les catastrophes sont bien réels. Une catastrophe est définie par des impacts, c'est-à-dire par tous les effets dommageables d'un phénomène. Nous distinguons enfin que le risque relève du probable et la catastrophe est de l'ordre du réel (Dauphiné A, 2001).

Le décalage entre le risque et la catastrophe dans le temps est évident, le risque se situe lors de la période d'incubation avant que la catastrophe se déclare (Tuner. B. A, 1987). Il peut cependant persister au-delà d'une catastrophe. Ainsi que la catastrophe survient parfois à une date non prévue, malgré une anticipation relativement satisfaisante du risque. Ce déphasage explique en partie les difficultés de toute prévision et la mise en place de politique de prévention.

Le décalage entre risque et catastrophe concerne aussi la dimension spatiale. La géographie des risques est généralement une géographie aréale. Les experts ou les citoyens reconnaissent des zones à risques relativement vastes. Les véritables catastrophes sont généralement plus localisées. Elles sont ponctuelles et normalement situées à l'intérieur des zones de risque, même si leurs effets peuvent déborder largement les limites de ses aires à risques, notamment dans le cadre des catastrophes faisant intervenir la circulation atmosphérique. Il est cependant exceptionnel qu'une catastrophe s'étende au-delà de la zone de risque (Dauphiné A, 2001).

4. 1. La mesures des catastrophes par une échelle empirique

Une catastrophe est un phénomène ou un ensemble de phénomènes dont les effets sont dommageables, cette définition implique la notion de seuil. A partir de combien de perte de vies humaines ou de quel dommage financier est-il possible de parler de catastrophe ? Aussi, pour mesurer l'ampleur des catastrophes les spécialistes ont élaboré différentes échelles.

Les premiers travaux construisant une échelle ont porté sur les tempêtes marines. L'échelle de Beaufort, employée pour mesurer les tempêtes sur mer et sur terre, est basée sur les effets des vents. Cette échelle est d'abord une mesure de l'aléa plus qu'une échelle de catastrophe.

Puis, la mesure de la violence des séismes fut mesurée par la magnitude et par l'intensité. La magnitude est exprimée par l'énergie libérée au foyer du séisme. L'échelle

de magnitude la plus utilisée, celle de Richter fut établie en 1935. La magnitude suit un ordre logarithmique : une augmentation d'un degré signifiant une augmentation de l'énergie multipliée par 30. Un séisme d'ordre 4 n'est pas deux fois supérieur à un séisme d'ordre 2, mais soixante fois plus importants. Cette échelle de Richter a de nombreux défauts, dont un essentiel pour les géographes. Elle donne une seule valeur, au centre du séisme. Or, les effets d'un séisme diminuent quand on s'éloigne de l'épicentre. La magnitude n'a donc aucune valeur géographique. Pour surmonter ces insuffisances, les experts des séismes retiennent généralement une autre variable, l'intensité, conçue sur l'examen des dégâts physiques. En Europe, l'échelle MSK, la plus employée, comprend douze niveaux tandis qu'en Amérique du Nord l'échelle de Mercalli conserve son importance. A chaque niveau correspondent des dégâts qui augmentent avec les numéros de l'échelle. L'intensité, qui décroît irrégulièrement à partir du foyer, donne une image des effets réels du séisme. Elle a une dimension géographique essentielle en prenant en compte non seulement l'effet distance, mais aussi la plus ou moins grande présence du bâti. Il est possible de donner à des séismes passés des intensités alors que leur magnitude reste inconnue. En revanche, cette mesure de l'intensité n'accorde aucune place au nombre de victimes.

Cette idée de mesurer l'ampleur d'une catastrophe par une échelle s'est généralisée. Dans le domaine météorologique, l'échelle de Saffir-Simpson (qui classe les cyclones suivant la vitesse des vents et la hauteur des vagues). Il s'agit d'une échelle construite sur une seule dimension physique du phénomène, sur l'aléa. Comme pour les séismes, une seconde échelle, qui mesure l'intensité à partir des destructions, a été établie par Fujita.

Cette logique d'échelle est aussi appliquée dans le domaine du nucléaire. Tous les incidents et les accidents sont analysés et classés suivant une échelle de gravité qui correspond 7 niveaux. Le niveau le plus élevé a été attribué à la catastrophe de Tchernobyl, tandis que les niveaux inférieurs à 4 sont attribués aux simples incidents. Cette échelle, reprise par la communauté internationale en 1992, est devenue l'INES (International Nuclear Scale).

Par ailleurs, en 1989, la communauté Européenne avait élaboré une échelle de gravité des accidents industriels. Elle prenait en compte trois ensembles de critères : la nature et la qualité des produits dangereux, les conséquences sur les personnes, les biens, et

l'environnement, enfin les moyens d'intervention. Mais ce système à trois indices s'est révélé trop compliqué.

Ces quelques exemples montrent la variété des échelles, qui est en fait deux types. Les premiers mesurent plutôt le risque, parfois même le simple aléa, tandis que les secondes, qualifiées d'échelle d'intensité, prenant appui sur les impacts, les dégâts et mesurent les effets d'une catastrophe (Dauphiné A, 2001).

4.2. Proposition d'une échelle globale des catastrophes

Après avoir décrit ces différentes échelles, il convient de s'interroger sur la possibilité de construire une échelle très générale, applicable à toutes les catastrophes (Dauphiné A, 2001).

Une échelle de mesure générale des catastrophes doit prendre en compte les impacts humains, essentiellement la perte des vies humaines, et les impacts matériels, l'effondrement des maisons, les récoltes anéanties et les infrastructures détruites. Pour les impacts humains, le nombre de victimes, est une unité de mesure indiscutable. Pour les pertes matérielles, à première vue, une mesure d'ordre monétaire serait aussi très satisfaisante. Cependant, une valeur financière brute dépend du niveau économique du pays touché ; un typhon coûte plus cher en valeur absolue aux Etats-Unis qu'au Bangladesh. Mais, inversement, un impact financier modeste peut être insupportable pour une communauté disposant de faibles ressources. Il est donc utile de retenir d'une part une échelle de mesure absolue, et d'autre part une échelle de mesure relative. Pour l'échelle de mesure absolue, on retiendra le nombre total des victimes et les pertes financières globales. Puis pour l'échelle relative, ces deux quantités seront divisées respectivement par la population totale ou la population exposée, et le PNB du pays frappé. En économie, le produit national brut (PNB) correspond à la production annuelle de richesses à savoir la valeur des biens et services créés par un pays.

Pour l'échelle absolue, les écarts sont énormes, qu'il s'agisse de nombre de population ou des pertes matériels. Il est donc obligatoire de retenir des échelles logarithmiques pour les deux quantités mesurées.

Il est possible donc, selon Dauphiné, de classer les catastrophes en fonction de ces deux échelles en ajoutant un indicateur écologique. L'indicateur écologique le plus simple mesure la perte de la biomasse, même si ce choix gomme l'aspect qualitatif des pertes. Certaines communautés végétales perdues sont courantes tandis que d'autres sont rares.

En écologie, la biomasse est le terme qui désigne la quantité ou la masse totale d'organismes vivants dans un lieu déterminé à un moment donné, à savoir les plantes, les animaux, les champignons ou les microbes.

Comme les précédents, cet indicateur doit être évalué suivant une échelle logarithmique.

De nombreuses formes de combinaisons sont possibles. Celle qui est proposée ci-dessous est principalement fondée sur la valeur de la vie humaine. Les impacts financiers et écologiques sont considérés comme des indicateurs seconds mais discriminant.

Tableau 1. Echelle synthétique des catastrophes (Beck E, 2006). Adapté de Dauphiné 2001.

Type d'évènement	Niveau	Pertes humaines (nombre de victimes)	Perte financières (Millions d'euros)	Perte écologiques (tonnes de biomasse)
Accident	I	0-9	0-15	0-99
Désastre	II	10-99	0-1500	0-9 999
Catastrophe	II	100-9999	≥ 0	0-999 999
Catastrophe majeurs	IV	10 000-99 999	≥ 15	≥ 10
Super-catastrophe	V	≥ 100 000	≥ 150	≥ 10

Conclusion:

La notion de risque est communément définie comme la combinaison de deux composantes qui sont l'aléa et la vulnérabilité. Il n'y a pas de risque sans aléa, il n'y en a pas sans élément vulnérable exposé.

Le risque, d'origine naturelle ou technologique, est dit majeur lorsqu'il peut faire de très nombreuses victimes et occasionner des dommages considérables, dépassant les capacités de réaction des instances concernées à l'échelle de la zone touchée.

Les risques se situent dans le monde du probable, tandis que les catastrophes sont bien réelles. Une catastrophe est définie par des impacts, c'est-à-dire par tous les effets dommageables d'un phénomène.

Les spécialistes ont élaboré différentes échelles pour mesurer l'ampleur des catastrophes et Dauphiné A, a proposé une échelle très générale, applicable à toutes les catastrophes et qui prend en compte des impacts humains, des impacts matériels et des impacts écologiques (environnementaux).

Chapitre 3 :

Notions de vulnérabilité

Introduction

La vulnérabilité représente une condition résultant de facteurs physiques, sociaux, économiques ou environnementaux, qui prédisposent les éléments exposés à la manifestation d'un aléa à subir des préjudices ou des dommages (Morin, 2008). Elle constitue l'ensemble des conditions déterminées par des facteurs ou processus physiques, socioéconomiques et environnementaux qui accentuent la sensibilité d'une collectivité aux conséquences des aléas (Nations Unies, 2005).

1. Les facteurs de la vulnérabilité :

La vulnérabilité des éléments exposés est influencée par différents facteurs, qui vont avoir tendance à l'augmenter ou la diminuer (Thouret et D'Ercole, 1996) :

1.1. Facteurs structurels :

1.1.1. Facteurs sociodémographique et économique :

Structure et mobilité de la population (densité de la population, rythme de croissance, activité professionnelle, niveau de formation et de scolarisation, état sanitaire et alimentaire, migrations quotidiennes, type de quartier urbain), renouvellement de la population, origine démographique et migration, relation avec les compagnes environnantes, association et communauté (cohésion, stabilité, inégalité sociale).

1.1.2. Facteurs socioculturels : cognitifs, éducatifs, perceptifs ; connaissances acquises et expériences des sinistres vécus, existence et qualité de la prévention et des solutions de défense envisagées, perception du risque par l'individu et le groupe.

1.1.3. Facteurs physiques, techniques et fonctionnels : extension et qualité du bâti et des infrastructures, structures, réseau et qualité opérationnel des instances chargées de la prévention et de la protection civile, accessibilité et disponibilité des secours et plans d'intervention. Cette vulnérabilité tient en compte le fonctionnement d'un système urbain ainsi que la résistance des bâtiments face à un aléa.

1.1.4. Facteurs institutionnels et politico-administratifs : appareil législatif et réglementaire et programme de prévention des risques.

1.2. Facteurs géographiques et conjoncturels :

1.2.1. Facteurs géographiques : paramètres spatio-temporelles de l'aléa et réaction en chaîne.

1.2.2. Facteurs conjoncturels et contingents : dysfonctionnement urbains et techniques imprévisibles : travaux publics sur une voie habituellement utilisée par les secours.

2. Types de vulnérabilité : Plusieurs types de vulnérabilité peuvent être identifiés :

2.1. La vulnérabilité physique ou techniques : qui caractérise le taux d'endommagement potentiel des éléments exposés et intègre le concept de résistance, qui fait référence à un seuil de rupture (Veyret, 2006).

2.2. La vulnérabilité fonctionnelle : qui est la propension d'un élément à avoir des pertes de fonctionnalités (Minciardi et al, 2005).

2.3. La vulnérabilité systémique : qui prend en compte d'éventuels effets dominos (Minciardi et al, 2005).

2.4 La vulnérabilité sociale : définit comme la possibilité d'un groupe social de subir des pertes suite à un événement dommageable, elle est également appelée «la vulnérabilité d'organisation» qui exprime ainsi la capacité d'une société à anticiper l'aléa, à faire face à l'urgence, à adapter son comportement en temps de crise et à se construire.

2.5. La vulnérabilité biophysique : se détermine par la nature de l'aléa, sa probabilité, l'importance de l'exposition des enjeux et la sensibilité physique des enjeux.

La vulnérabilité désigne à la fois le degré d'exposition des enjeux (les personnes et les biens) à un risque, appelé vulnérabilité biophysique et leur capacité de réponse dénommée vulnérabilité sociale. La vulnérabilité biophysique est déterminée par la nature de l'aléa auquel l'enjeu est exposé, par la probabilité ou la fréquence d'occurrence de cet aléa, par l'importance de l'exposition à cet aléa, en fonction de la répartition spatiale de l'aléa et par la sensibilité de cet enjeu aux impacts de l'aléa. Cette vulnérabilité matérielle peut être appréhendée de manière analytique et quantitative.

La vulnérabilité biophysique et une part de la vulnérabilité sociale sont décrites comme analytiques par André Dauphiné, qui propose alors de distinguer les nombreuses définitions de la vulnérabilité en deux catégories (Dauphiné, 2001). Aux définitions de vulnérabilité analytique répondant aux caractéristiques exposées ci-

dessus s'ajoutent des définitions de vulnérabilité synthétique qui correspondent à la fragilité d'un système dans son ensemble (Bruno B, 2013).

L'appréhension complète de la vulnérabilité d'un territoire exposé à un risque implique de dépasser la simple évaluation et gradation des dommages, pour privilégier une approche globale multidimensionnelle du risque, de ses conséquences, du territoire exposé, de ses particularités géographiques, historiques, sociales. Cette approche systémique conduit à identifier la vulnérabilité sociale, c'est-à-dire la multitude des interactions à tous les niveaux de la société notamment les liens entre l'aléa, les formes d'organisation spatiale des sociétés et les modalités d'aménagement des territoires. Elle amène à étudier l'ensemble des facteurs responsables de la vulnérabilité sociale (ex. les facteurs de vulnérabilité biophysique, les facteurs sociaux sous-jacents, les facteurs responsables de l'aggravation de l'aléa, les facteurs susceptibles d'empêcher le système de faire face à l'aléa, c'est-à-dire les facteurs d'ordre structurel ou conjoncturel), afin de comprendre le fonctionnement du système socio-spatial dans la production de risques (Rebotier, 2007).

Le passage de la notion d'enjeu et de résistance à celle de système intègre alors le concept de résilience. Dans cette approche la résilience y est vue comme la capacité d'un système à absorber le changement et à persister au-delà d'une perturbation (Bruno B, 2013).

3. La résilience

La résilience est un concept utilisé dans de nombreuses disciplines. Globalement, un système socio naturel résilient permet de mieux répondre aux aléas qui génèrent des catastrophes. Le terme de résilience vient du latin *Resilio* qui signifie rebondir. Elle fut d'abord un concept de physique qui mesure la résistance d'un solide au choc (Mathieu JP., 1991). La résilience est l'ampleur maximale du choc qu'un système peut recevoir avant de casser. Puis ce concept fut transféré dans différentes disciplines, notamment en psychologie et en écologie. Il a inspiré d'innombrables travaux en psychologie, en particulier lors du passage de l'enfance à l'adolescence. Les psychologues ont aussi mobilisé ce concept pour examiner la reconstruction d'une personnalité après un traumatisme (Dauphiné A, 2010).

C'est en 1973 que Holling définit la résilience écologique (1973). Un écosystème résilient est un écosystème qui revient à son état antérieur après une perturbation ; il persiste sans changement qualitatif de sa structure. Holling avait alors défini la

résilience comme l'importance d'une perturbation qu'un écosystème peut encaisser sans changer de structure.

Un système est résilient s'il perdure malgré les chocs et perturbations en provenance du milieu interne et/ou de l'environnement externe (Paquet, 1999).

Ainsi, la résilience est la capacité des systèmes socioéconomiques à absorber les perturbations tout en maintenant leurs structures essentielles et les processus à l'origine de ces structures (Walker et al, 2002).

Le concept de résilience garde donc son sens physique primitif. Mais il s'enrichit, et la résilience est alors définie par l'ampleur de la perturbation, le seuil à ne pas franchir qui menacerait la survie de l'écosystème. Dans ce contexte, la résilience est fonction de la perturbation. Mais, sous cette forme, ce concept s'inscrit en fait dans un paradigme simplificateur de l'équilibre, où chaque système possède un seul état d'équilibre dont il s'éloigne plus ou moins. Quand il franchit un seuil, le système disparaît ou se transforme en un autre système. La résilience s'associe aussi à la durée de retour à un état de fonctionnement acceptable. Pour retourner à son état d'équilibre, le système met un certain temps. La résilience est donc aussi assimilable au temps de retour à l'état d'équilibre, ou à la vitesse mise pour revenir à cet état antérieur. La résilience se distingue ainsi de la persistance et de la résistance qui concourent aussi à la stabilité d'un système. La persistance mesure la constance d'un état par rapport à un état de référence, tandis que la résistance caractérise un système qui reste inchangé sous l'effet d'une perturbation extérieure. De plus, la connaissance de la résistance à un aléa impose une compréhension préalable, relativement complète, du danger produit (Dauphiné et al, 2003). La résilience peut aussi se définir par l'aptitude d'un système à s'auto-organiser, à s'adapter et à apprendre (Folke et al 2002).

La Résilience vise, non pas à s'opposer à l'aléa, mais à en réduire au maximum les impacts.

3.1. La relation entre la résilience et la vulnérabilité:

Le concept de résilience prend place mot pour mot de ce qui aurait été nommé vulnérabilité il y a quelques années, alors que ces deux notions sont différentes.

Le terme de résilience est apparu dans la langue française à la fin du XXe siècle alors qu'il existe en anglais depuis 1824. Il est emprunté de l'anglais « Resilience ou resiliency » qui lui donne une double définition : « la capacité pour un corps de retrouver son état initial après une déformation causée par un stress » et/ou « la capacité de remonter, de

se remettre ou de s'adapter facilement au malheur ou au changement⁶ ». En anglais, le terme de vulnérabilité apparaît entre 1595 et 1605 renvoyant au radical latin « vulnerā (re) », « vulnerarius » et il se traduit par le terme de « blessure ». Dans la littérature anglaise, la vulnérabilité se définit par « peut être atteint par des dommages. ».

Dès leurs origines respectives, il y a donc bien une première différenciation claire entre les deux termes. La résilience fait référence à une qualité tandis que la vulnérabilité renvoie à un état. Les définitions de vulnérabilité et de résilience ont en commun un présupposé, à savoir la capacité à faire face (Bruno B, 2013).

La résilience sociale, qui se focalise sur le seul aspect social de la résilience, il s'agit de la capacité des communautés humaines à supporter les chocs ou les perturbations externes et à se relever de telles perturbations (Adger, 2000). Outre la capacité à faire face au moment de la crise, la résilience tient compte d'une autre dimension qui permet de « dépasser » la crise.

Lorsqu'on s'intéresse à la ville, plus particulièrement aux systèmes urbains, la résilience s'appuie sur ses réseaux afin de permettre un fonctionnement en mode dégradé et retrouver un état de fonctionnement acceptable, le plus rapidement possible (Serre, 2011). Cette résilience relève plus du domaine des sciences techniques et de l'ingénieur que des sciences sociales. La diversité de ces aspects (social, technique, environnemental, etc.) construit un socle de variables et de facteurs qui permet de retrouver un état de fonctionnement et qui dépasse la simple capacité à faire face (Bruno B, 2013).

3.2. Le cycle adaptatif de la résilience

Malgré l'absence de théorie, quelques scientifiques estiment que la résilience est mieux interprétée dans le modèle dit du cycle adaptatif (Brian Walker, 2004). La plupart des systèmes dynamiques passeraient par quatre phases. Les phases de croissance (r), puis de conservation (K), sont marquées par une évolution lente et donc facilement prédictive.

Elles sont parfois suivies d'une phase chaotique de changement brutal (Ω), qui très vite conduit à une phase de réorganisation (α), lente ou rapide, quand des innovations transforment le système. En outre, ces cycles sont perturbés par les cycles qui affectent les sous-systèmes et, au niveau supérieur, l'environnement lui-même assimilé à un système. La résilience décroît quand le système passe de l'état r à l'état K, mais elle augmente de la phase Ω à la phase α , rendant le système moins vulnérable. Cependant,

ce modèle est plus une métaphore qu'une véritable théorie. De plus, le comportement d'un système réel emprunte parfois des chemins détournés ou saute des étapes (Dauphiné, 2010).

3.3. Les facteurs de la résilience (André Dauphiné et al, 2007)

Il n'existe pas encore de véritable théorie formalisée pour expliquer la résilience. Cependant, de nombreuses études soulignent l'importance de quelques facteurs déterminants. Parmi les facteurs positifs qui augmentent la résilience d'un système soumis à une perturbation, trois sont souvent cités : la diversité, l'auto organisation et l'apprentissage. En écologie, la perte de biodiversité est considérée comme un facteur qui réduit la résilience de l'écosystème. En outre, la résilience systémique est directement proportionnelle à l'auto organisation du système. Les colonies d'insectes, de fourmis ou d'abeilles, sont de bons exemples de systèmes auto organisés. Peu fragiles, ils ont une grande capacité à se restaurer, car les fonctions des « parties » endommagées sont prises en charge par les autres éléments. Les systèmes auto organisés sont donc très résilients.

Enfin, la résilience dépend de la capacité d'un système à s'adapter, ce qui est le cas des sociétés humaines grâce à l'apprentissage. Par exemple, dans une société où la population est bien préparée à réagir face à un type d'événement catastrophique des comportements de panique sont moins à craindre qu'au sein d'une population mal informée. Ainsi, au Japon, les scènes de panique sont exceptionnelles lors des séismes, alors qu'elles sont fréquentes en Turquie ou en Italie. Cette remarque n'implique pas que toute la chaîne de prévention des risques soit optimale au Japon.

En sens inverse, divers facteurs réduisent la résilience sociale. L'opposition à toutes les formes d'innovation et la centralisation excessive des prises de décisions (le pouvoir centralisateur laissant peu de liberté à la prise de décision individuelle) sont des exemples de mécanismes qui diminueraient les effets bénéfiques de la résilience et l'auto organisation du système est réduite.

3.4. Mesurer la résilience par des indicateurs (André Dauphiné et al, 2007)

En l'absence d'un plan de phase, une dernière solution consiste à construire des indicateurs qui prennent en compte différents paramètres disponibles. Ainsi, pour réduire les impacts des catastrophes en Asie, le Pacific Disaster Center a construit un indicateur VESR (Vulnerability, Exposure, Sensibility, Resilience) à l'échelle des États et des régions. La résilience est mesurée par une fonction qui prend en compte des

indicateurs de production économique, de disponibilité de nourriture et d'eau de qualité, de niveau scolaire, etc. En Amérique du Sud, une méthode similaire consiste à intégrer l'Index de Développement Humain, le pourcentage des dépenses sociales, le taux d'assurance des infrastructures et du bâti, l'Index de gouvernance de Kaufman, le nombre de lits d'hôpital pour mille personnes, etc. L'indice de perte de résilience est obtenu à différentes échelles, puis cartographié.

Conclusion

La vulnérabilité également un concept polysémique puisque, ce terme désigne en matière de risque à la fois les dommages et la possibilité de subir ces dommages. Il s'agit là de deux conceptions qui se traduisent par deux approches différentes : la première, qui est plutôt celle des sciences appliquées, mesure l'endommagement potentiel des éléments exposés à un aléa, tandis que la seconde, celle des sciences sociales, cherche à déterminer les conditions de l'endommagement et, par extension, la capacité de réponse de l'objet menacé (Veyret et al, 2005).

L'utilisation du terme résilience s'intensifie fortement, notamment depuis 2005. Ce concept prend place mot pour mot de ce qui aurait été nommé vulnérabilité il y a quelques années.

La résilience est un concept d'origine physique, transféré en sciences sociales, notamment en psychologie et en économie, après un détour par l'écologie. Lors de ces transferts entre les sciences, le concept se diversifie et devient polysémique.

Pour assurer la stabilité et la survie d'une société frappée par une catastrophe, la résistance n'est pas toujours efficace. Il est alors nécessaire de changer de stratégie, de renforcer la résilience de ce système menacé.