Etude de cas = De l'aléa à la catastrophe, l'exemple de Katrina

Déterminer pour ce dossier documentaire

La catastrophe / Les types d'aléas / les enjeux / les types de vulnérabilités /

Document 1 : **Risques littoraux et aménagement en Louisiane : les défis d'un territoire insoutenable ? 2015** Elsa Peinturier, doctorante en géographie et aménagement de l'espace - Université Paul-Valéry Montpellier III, UMR GRED / source géoconfluence

La catastrophe de Katrina, août 2005

Plus que l'ouragan en lui-même, ce sont les protections structurelles, et plus précisément leurs failles, qui furent l'élément clé de la catastrophe de Katrina en 2005. Pour comprendre ce qui s'est passé, voici un bref retour en arrière.
En 1965, l'ouragan Betsy, de catégorie, 3 avait déjà rompu certaines digues qui entourent la ville, alertant les autorités sur les dangers encourus (notamment sur les modifications du delta) « réduisant d'autant son rôle de rempart contre les ouragans » (Mancebo, 2006). Dans la presse, plusieurs scientifiques s'étaient fait l'écho de cette menace qui planait sur la ville depuis de nombreuses années. En 2001, la FEMA (*Federal Emergency Management Agency*) avait même classé ce risque comme l'un des plus grands aux États-Unis, avec un attentat terroriste à New-York et un séisme à San Francisco… De ce fait, l'aléa qui a frappé la ville en cette fin d'été 2005 n'était pas imprévisible, et encore moins inattendu.

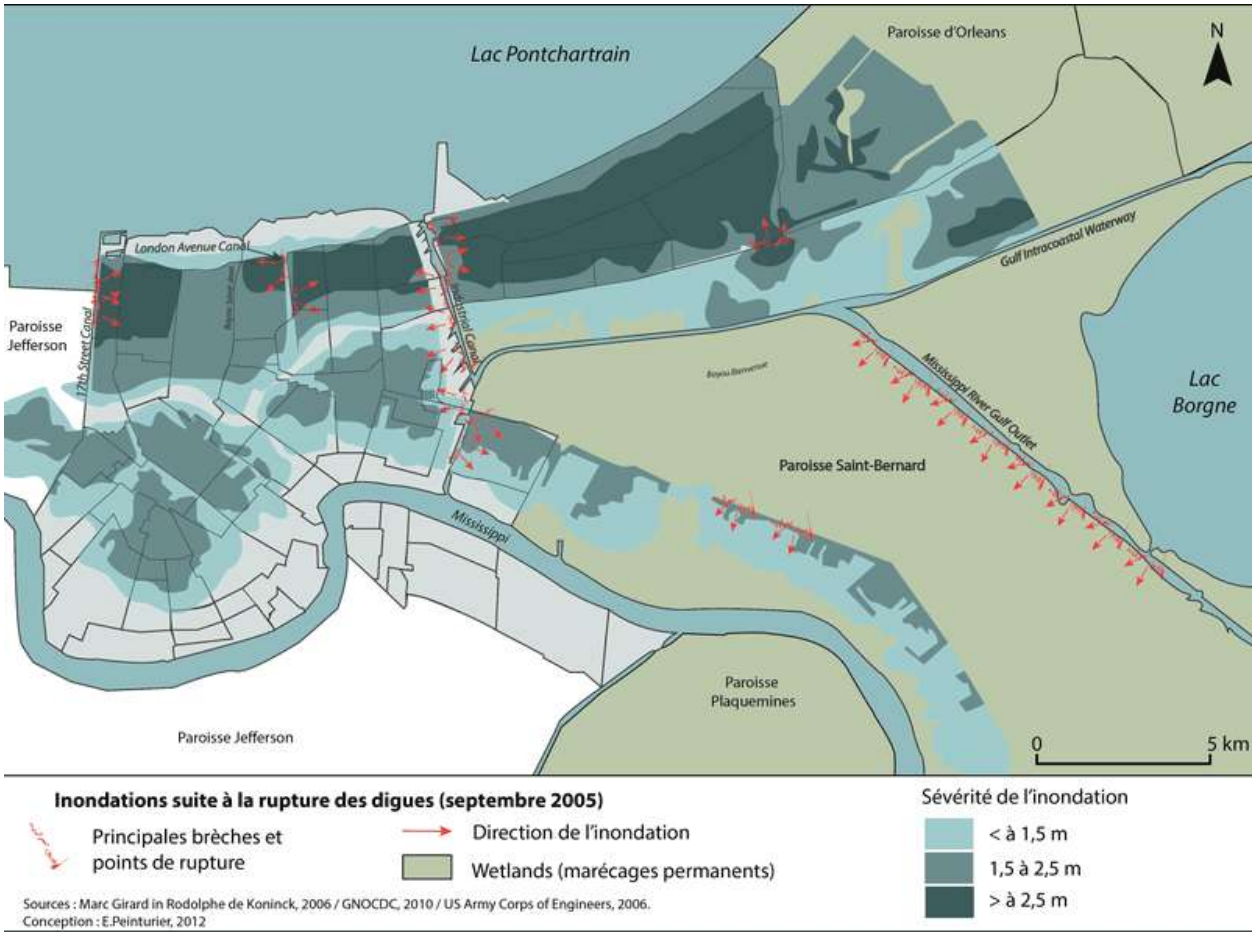
La dépression tropicale née au large des Bahamas le 23 août 2005 (la douzième de la saison), a évolué en un peu plus de 24 heures en tempête tropicale (la quatrième), le 25 août, et a été baptisée « Katrina ». Le lendemain, Katrina est devenue un ouragan de catégorie 1 et a frôlé les côtes de la Floride en faisant neuf victimes. En intégrant le golfe du Mexique, l'ouragan a été renforcé en énergie par le *loop current* (le courant chaud du golfe), qui l'a dirigé vers le nord, droit sur la Louisiane. Le 27 août, l'ouragan a été réévalué en catégorie 3, puis le lendemain en catégorie 5, avec des vents dépassant les 280 km/h. Il couvrait alors plus de la moitié de la superficie du golfe (soit plus que la superficie de la France métropolitaine), avec une amplitude de 1300 km de diamètre. Le 28 août, suite à l'état d'urgence (fédéral en Louisiane, à l'échelon de l'État dans le Mississippi) et à l'ordre d'évacuation recommandé, des dizaines de milliers d'habitants ont quitté La Nouvelle-Orléans à bord de leur véhicule en suivant le plan d'évacuation, qui autorisait la circulation sur toutes les voies des autoroutes dans le sens des départs de la ville.

Au matin, l'ouragan s'est projeté sur le littoral américain avec une violence telle que le déferlement de la houle a entraîné une onde de tempête de plus de huit mètres de haut. Des dégâts ont été enregistrés jusqu'à plus de 250 km des côtes, à Jackson (Mississippi) et Montgomery (Alabama). Très vite plusieurs quartiers de la ville ont été inondés et il a bien fallu se rendre à l'évidence : si l'ouragan n'avait pas pulvérisé les habitations, il avait endommagé les aménagements mis en place pour gagner du terrain sur l'environnement naturel du site. Il a « joué le rôle d'un détonateur au cœur du château de vulnérabilités techniques édifié par la surenchère des systèmes de protections structurels de La Nouvelle-Orléans » (Hernandez, 2010).

En effet, plus tôt en ce lundi matin du 29 août, la marée cyclonique avait remonté les canaux et digues enserrant la ville à l'est. Sous l'effet du débit, la pression s'est intensifiée, le niveau de l'eau s'est élevé d'un mètre, et les digues ont fini par rompre en quelques vingt endroits, noyant St Bernard Parish, une partie du Lower Ninth Ward et New Orleans East. Il en fut de même pour le déferlement de la houle ayant pris

possession du lac Pontchartrain : les canaux d'évacuation s'étaient remplis, et les digues ont cédé à nouveau, cette fois-ci sur plus de trente points. Quelques heures plus tard, une barge dont l'arrimage avait cédé, a enfoncé l'une des digues côté est de l'Industrial Canal et est venue s'encastrer contre des murs d'habitations, non sans avoir ravagé au passage ce qui se trouvait sur sa trajectoire. A l'ouest également, les digues ont rompu sous la pression, inondant de nombreux quartiers de la ville.

Les zones inondées après le passage de l'ouragan et les ruptures des digues



Les dégâts causés dans les digues ont entraîné leur rupture, et ce fut au tour des quartiers ouest côté lac d'être inondés par les eaux sales du lac Pontchartrain. En fin de compte, près de 380 km² (sur la paroisse d'Orléans) ont été inondés, soit la quasi-totalité de la ville (80 %) à l'exception de la levée naturelle du Mississippi et des parcelles rehaussées sur les rives du lac Pontchartrain. Au niveau des brèches, l'énergie provoquée par l'étroitesse des chenaux et la force de l'eau a balayé les habitations à proximité, les sortant de leurs fondations. Mais même là où la force déployée était moindre, les dégâts n'ont pas été pour autant minimes, car la stagnation des eaux boueuses durant parfois plusieurs semaines a engendré des moisissures toxiques dont il a fallu se débarrasser en dégarnissant intégralement les constructions. « La hauteur de l'inondation joue d'ailleurs peu dans l'importance de ce type de dégâts dans la mesure où 30 cm d'eau stagnant pendant plus de 48 h dans une maison suffisaient à ruiner les circuits électriques » (Hernandez, 2010).

1. La Louisiane : terre stratégique, mais terre hostile ?

1.1. Le delta du Mississippi, un site particulièrement contraignant...

Avec une longueur de 3 780 km et un débit moyen de 20 000 m³ par seconde, le Mississippi est l'un des plus puissants fleuves au monde. Il traverse les États-Unis de la frontière canadienne au golfe du Mexique. Son delta est « à fleuve dominant », car le fleuve dépose davantage de sédiments que la mer ne peut en éroder. Sur ses berges, le Mississippi construit des levées naturelles qui s'additionnent les unes aux autres ; le fleuve vient alors buter sur ses propres dépôts, créant de nouveaux passages dans les alluvions qu'il a lui-même charriés. La forte turbidité des eaux et le débit du fleuve entraînent aussi des modifications du lit mineur, et l'accumulation de lobes deltaïques formés de sédiments. Ces modifications du tracé du fleuve laissent subsister des « bayous », c'est-à-dire des bras morts, anciens cours d'eau désormais déconnectés du fleuve, ainsi que des marais, à la végétation dense. Du fait de ces constructions deltaïques mouvantes, on estime que le fleuve a gagné plus de 100 km sur le golfe du Mexique depuis le Néolithique.

Le delta du Mississippi et le site de La Nouvelle-Orléans

Des digues furent rapidement construites pour contrôler le tracé du fleuve et favoriser l'exploitation des ressources. En amont de la Louisiane, des barrages ont été mis en place sur le fleuve pour réguler les crues . La conséquence principale de ces barrages et de ces endiguements est un déficit sédimentaire croissant au niveau du delta. Sur ces marécages qui ne sont plus alimentés en matériaux transportés par le fleuve, l'eau du golfe du Mexique pénètre sous l'effet de nombreux facteurs : ouragans (qui poussent l'eau du golfe vers les terres), conséquences de l'exploitation pétrolière, hausse du niveau marin, affaissement du sol dû à l'urbanisation, disparition d'espèces végétales qui maintenaient le sol . L'Autorité de Protection et de Restauration Côtière (CPRA) estime que, depuis le début des années 1930, la Louisiane a perdu près de 490 000 hectares (CPRA, 2012), désormais immergés de manière permanente. L'érosion marine à l'oeuvre dans le delta aggrave les risques d'inondation. Par ailleurs, la disparition des zones humides (*wetlands*) situées entre les terres et le golfe du Mexique augmente la violence des ouragans. En effet, lorsqu'ils viennent frapper la côte, les ouragans ne sont plus freinés par cette « zone-tampon » qui, par sa capacité d'absorption de l'énergie des ouragans, réduit l'amplitude de l'onde de

tempête et l'action de la houle. Or, durant les dix dernières années, pas moins de sept ouragans ont traversé la Louisiane, parfois à quelques semaines d'intervalle. Ce sont ces mêmes ouragans qui, grâce aux vents violents, apportent de l'eau de mer dans les bayous d'eau douce et viennent altérer la végétation et donc favoriser l'érosion : on a donc un système d'aggravation cyclique de la situation.

1.2. ...imposé par la qualité de la situation stratégique

En 1718, le site ou emplacement de la future Nouvelle-Orléans est choisi pour tirer parti de la situation stratégique sur la route des navires entre l'Amérique, l'Afrique et l'Europe, et au débouché de la Grande Plaine nord-américaine. La ville a donc été construite sur les terrains marécageux du delta, en partie sous le niveau de la mer. Son substrat s'est enfoncé au fur et à mesure du creusement des fondations et de son développement. Des digues furent construites à partir des années 1730 contre les crues du fleuve, et durant longtemps, les *wetlands* bordant La Nouvelle-Orléans furent la seule défense naturelle de première ligne contre les ouragans. Cependant, au fil du temps, l'expansion urbaine a été accompagnée de nouveaux aménagements, réduisant la superficie de ces zones humides.
Aujourd'hui, la zone côtière est peuplée de près de 2 millions d'habitants. Les activités liés à la mer, à l'exploitation du pétrole et au tourisme ont attiré investisseurs et employés, générant tout au long du XXe siècle une demande croissante de surfaces constructibles. Par conséquent, des mesures structurelles ont été prises pour permettre une urbanisation sur des terrains instables, ou jusqu'ici partiellement immergés.

2. Aléas et vulnérabilités à La Nouvelle-Orléans

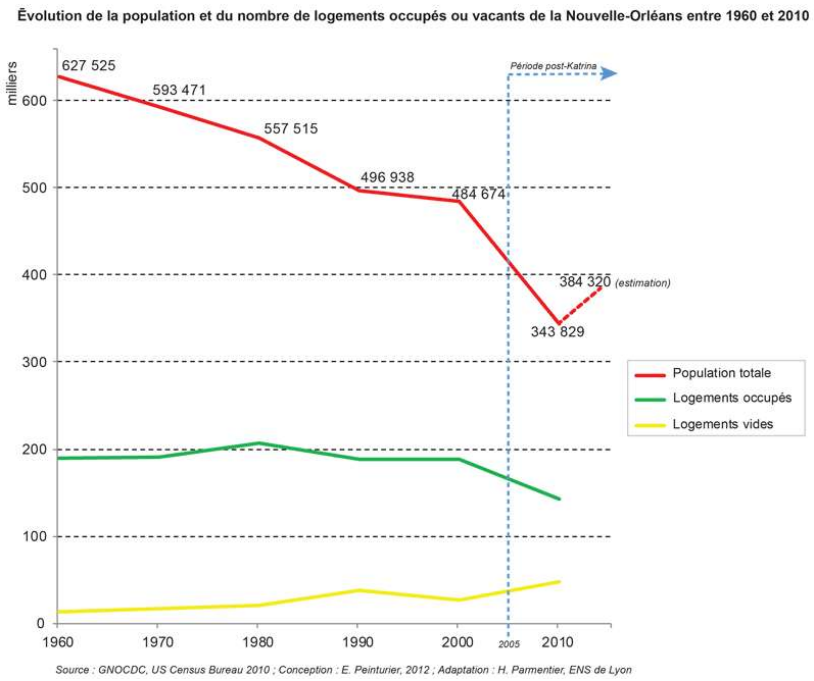
2.1. La croissance urbaine de La Nouvelle-Orléans, une « déclaration de guerre à la nature » [5] ?

L'urbanisation croissante et rapide de la ville a contribué à modifier l'écosystème du delta. Ces perturbations du système fluvial ont entraîné un affaissement des sols et une érosion côtière accrue. La topographie de La Nouvelle-Orléans se traduit alors par une succession de crêtes et de creux (ou « bols »), ces derniers ayant tendance à s'affaisser sous le niveau de la mer.
C'est sur les rives du Mississippi, plus élevées topographiquement du fait de l'accumulation naturelle des sédiments sur les berges du fleuve que les premiers quartiers furent construits. Les espaces entre ces quartiers et le lac Pontchartrain au nord étaient alors une succession de marécages régulièrement inondés, et à la faune rendant difficile l'implantation humaine (du fait notamment des moustiques). Les quartiers les plus bas topographiquement furent les derniers à avoir été bâtis. Avec le ceinturage de la ville par les digues (et notamment celles du nord à partir des années 1920), si ces « bols » se remplissaient d'eau, lors d'une rupture de digue ou d'une inondation par exemple, seul un système de pompage pouvait alors évacuer les eaux stagnantes. C'est encore le cas aujourd'hui.

2.2. Des vulnérabilités toujours plus marquées

La crise survenue durant l'ouragan Katrina a été qualifiée de « catastrophe du tiers-monde dans la plus grande puissance mondiale » (Hernandez, 2010). En effet, l'ouragan a servi de révélateur des profondes disparités sociales et spatiales qui sont présentes à La Nouvelle-Orléans et en Louisiane en général et qui aggravent la vulnérabilité du territoire. La pauvreté, le faible accès à la propriété, l'incomplète maîtrise de l'anglais ou encore le statut d'immigrant (Zoraster, 2010) influent sur la capacité d'« absorption » du choc de l'ouragan, ou résilience, à l'échelle de l'individu comme de son foyer.

La Nouvelle-Orléans, une "shrinking city" *depuis 1960*



Le déclin démographique est présent à La Nouvelle Orléans depuis les années 1960. Les processus de relégation et de ségrégation socio-spatiale y sont à l'œuvre depuis plusieurs décennies. La catastrophe est venue exacerber et accélérer

Plusieurs travaux mettent en relation vulnérabilité sociale et vulnérabilité spatiale, indiquant que la vulnérabilité sociale serait, dans certains cas, territorialisée (Logan, 2007) : depuis l'ouragan Katrina, si le revenu moyen a légèrement augmenté à La Nouvelle-Orléans, les écarts sociaux se sont creusés et les disparités se font de plus en plus importantes entre les quartiers (Census 2000 et 2010). D'autres études (Bolin & Stanfort, 1998, Peacock & Girard, 1997) ont fait le lien entre impact physique et psychologique d'une catastrophe d'une part, et statut socio-économique d'autre part. Ainsi les populations issues des groupes socio-économiques les plus avantagés ont plus de facilité à se relever d'une crise, alors que celle-ci vient accroître le nombre de populations pauvres, désavantagées socialement et géographiquement, reléguées dans les zones les moins prisées (Pais & Elliott, 2008). Ici, on peut donc affirmer qu'alors même que des mesures structurelles sont mises en place pour réduire les conséquences des catastrophes sur l'espace louisianais à long terme, ces mêmes catastrophes tendent à exacerber, à court terme, des vulnérabilités différentielles déjà bien réelles [6].

Document 2 = La fabrique des catastrophes « naturelles » *parAlexandre Magnan etVirginie Duvat Natures Sciences Sociétés 2015/2 (Vol. 23)*

Prenons en premier lieu le cas de Katrina aux États-Unis en 2005. La ville de la Nouvelle-Orléans a été fondée en 1718 au cœur de la plaine de Louisiane, à la confluence de trois grandes voies navigables (le lac

Pontchartrain au nord, le lac Borgne à l'est et le fleuve Mississippi au sud), au cœur de la plus grande zone humide des États-Unis. Elle se situe donc dans une zone de très basse altitude, pour partie au-dessous du niveau de la mer. Elle se situe aussi dans un contexte climatique particulier, celui du golfe du Mexique, qui est propice aux cyclones de forte intensité. La ville a ainsi connu au cours de ses trois siècles d'histoire plus d'une vingtaine de cyclones particulièrement intenses. Les autorités ont donc très tôt érigé des digues de protection pour faire face aux inondations régulières dues notamment au débordement des lacs. Au fil des cyclones, ces digues ont été rehaussées, et de nouvelles ont été édifiées, notamment vers le nord-est, selon un rythme qui s'est accéléré après le passage du cyclone Betsy en 1965.

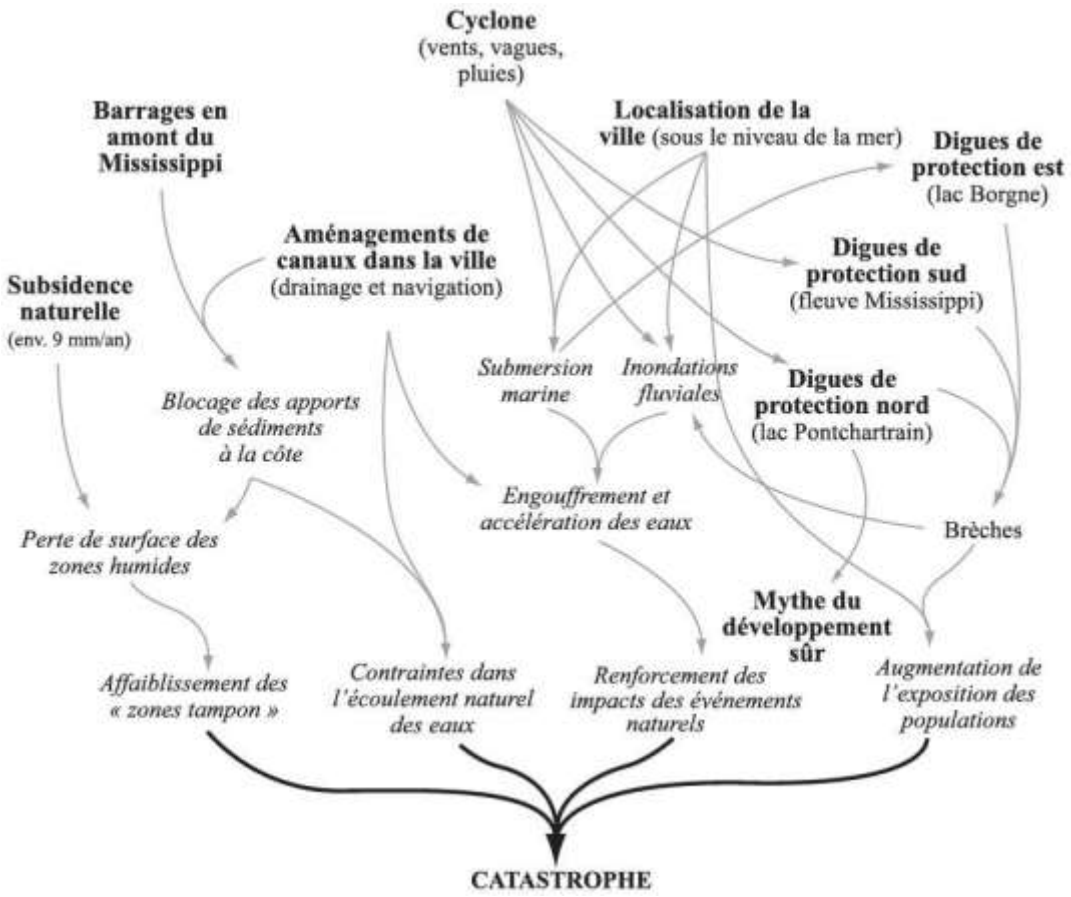
Après cet événement, le Congrès américain autorise en effet la construction de vastes digues à la limite du lac Pontchartrain, sans dissimuler que ce projet constitue une opportunité pour conquérir de nouvelles terres et étendre l'agglomération en colonisant les zones humides du Nord-Est (Kates *et al*., 2006). Le développement de ce réseau a entraîné une extension et une densification de l'urbanisation, sous l'effet du « paradoxe du développement sûr » (Burby, 2006) : la mise en place de nouvelles digues a généralement pour effet pervers de conférer aux zones situées en arrière une image d'espaces « protégés », c'est-à-dire situés à l'abri des aléas météomarins et pouvant par conséquent être aménagés en toute sécurité ; il en résulte généralement que des secteurs naturellement à risque sont de plus en plus habités, ce qui conduit à la catastrophe lorsqu'un aléa survient qui dépasse en intensité la capacité de protection des digues.

À la Nouvelle-Orléans, cette urbanisation a également conduit à des problèmes d'évacuation des eaux de pluie, dans des zones naturellement favorables à leur rétention (« cuvette » ou plaines côtières de basse altitude). La solution adoptée à la Nouvelle-Orléans pour faire face à ce problème a consisté à quadriller la ville de canaux de drainage, complétés par des systèmes de pompage relativement sophistiqués pour l'époque. Mais ce palliatif n'a pas empêché, au fil du temps, une forte perturbation de l'écoulement naturel des eaux de pluie et une imperméabilisation des sols à grande échelle, deux facteurs qui ont renforcé le risque d'inondation.

Parallèlement, le passage du cyclone Katrina s'est produit dans un contexte d'importantes défaillances dans l'entretien des digues et de présence de brèches dans les canaux de drainage. Ces facteurs de fragilisation du système sont très majoritairement imputables à un affaiblissement des moyens financiers et humains de la FEMA (Federal Emergency Management Agency), l'autorité fédérale en charge de la lutte contre les risques naturels. Cet affaiblissement est une conséquence indirecte des attentats terroristes du 11 septembre 2001, à la suite desquels l'administration du président George W. Bush s'est nettement focalisée sur la lutte antiterroriste, au détriment des programmes de prévention des risques naturels (Mancebo, 2006). Lors du passage de Katrina, de fortes pluies combinées à une pression des eaux marines venues du golfe du Mexique ont eu pour conséquence l'engouffrement rapide de l'eau dans les canaux et les digues défaillants, lesquels ont cédé, laissant l'inondation s'emparer de la ville. Au total, ce cyclone a été l'un des plus meurtriers de toute l'histoire des États-Unis (près de 1 800 décès dont plus de 80 % dans l'État de Louisiane).

Pourtant, un exercice de simulation avait été mené plusieurs mois auparavant, à partir du cas théorique d'un cyclone d'une intensité analogue à celui de Katrina (Laska, 2004 ; Mancebo, 2006). Toutes les autorités compétentes avaient alors été réunies pendant plusieurs jours pour cet exercice, mais la probabilité d'occurrence d'un tel cyclone n'avait pas été prise au sérieux, de sorte que l'épisode Katrina n'a pu être maîtrisé et s'est transformé en catastrophe.

Ainsi le passage de Katrina a-t-il, par exemple, eu de graves conséquences sociales. Les classes sociales les plus défavorisées se sont trouvées piégées dans la ville, et elles se sont pour partie rendues dans des

centres d'hébergement où elles ont dû faire face à des situations chaotiques (Cutter, 2006 ; Gemenne, 2010). Ces centres immenses et surpeuplés des jours durant ne comptaient, en effet, aucun stock de nourriture ou d'eau, tandis que les forces de l'ordre se sont rapidement trouvées dépassées par les événements. Des tensions extrêmes sont très vite apparues, accompagnées d'une forte augmentation du taux de criminalité (viols, par exemple). Une autre partie de la population, restée dans les rues, s'est trouvée, quant à elle, bloquée, sans nourriture, sans eau, sans assistance, devant faire face aux nombreux problèmes dus à cette situation d'extrême pénurie. Ces populations ont alors pris d'assaut les magasins, et les forces de l'ordre ont été contraintes de tirer sur les « pilleurs », sans toutefois pouvoir distinguer les actes de survie des actes de pur vandalisme (Mancebo, 2006).

Ces éléments, combinés à d'autres facteurs (Fig. 2), montrent comment s'est « fabriquée » la catastrophe et comment s'est progressivement mis en place un système du risque, associant plusieurs échelles temporelles (historiques et contemporaines) et plusieurs facteurs explicatifs. L'exemple de Katrina met ainsi en avant quelques-uns des ingrédients explicités plus haut dans ce texte (l'extension de l'habitat dans des zones à risque, le renforcement des effets des aléas par une gestion inappropriée, etc.), pour produire au final une augmentation considérable de l'exposition des populations. En un sens, la catastrophe n'attendait que Katrina.