

Les risques naturels majeurs en Martinique : est-il possible de les prévenir ?

Pascal SAFFACHE

Introduction

A l'image des autres territoires insulaires caribéens, la Martinique est directement concernée par les risques naturels majeurs : ouragans, éruptions volcaniques, séismes, glissements de terrains, inondations, variations eustatiques...font désormais parti du vocabulaire quotidien des martiniquais, mais surtout des aménageurs, qui doivent organiser et gérer les activités sur le territoire pour réduire la vulnérabilité des populations.

Quelle que soit leur récurrence, ces aléas ont la particularité d'être des événements toujours vécus collectivement, mais dont les incidences individuelles sont parfois dramatiques. L'examen des récits anciens (Marc *et al.*, 2005 ; Marc *et al.*, 2008 ; Saffache *et al.*, 2002 ; Saffache *et al.*, 2003-1 ; Saffache *et al.*, 2003-2 ; Saffache *et al.*, 2004) et des mécanismes de fonctionnement de ces aléas, devraient nous éclairer sur notre vulnérabilité, et mettre en lumière l'écart qui nous sépare de la résilience, c'est-à-dire des politiques et comportements susceptibles de réduire notre vulnérabilité (Angeon *et al.*, 2008) .

Ce texte est donc une approche synoptique du risque, tout autant qu'un plaidoyer en faveur de la résilience de la population martiniquaise, et plus globalement des populations antillaises.

I. Ouragans et éruptions volcaniques : des risques « maîtrisés »

Les cyclones tropicaux sont des dépressions atmosphériques creusées, qui s'accompagnent de formations nuageuses en spirales, à l'origine de pluies torrentielles et de vents violents. Cinq facteurs doivent être réunis pour que se forme un cyclone : une atmosphère instable et très humide (hygrométrie supérieure à 88 %), une masse d'eau océanique d'une température minimale de 26 degrés celsius sur une profondeur d'au moins 50 m, une circulation aérologique dépressionnaire, présentant des vents d'est susceptibles de créer un effet de cisaillement, et une latitude d'au moins cinq degrés.

Au cours des quatre derniers siècles, les Antilles françaises ont été affectées par 110 ouragans (Saffache *et al.*, 2002 ; Saffache *et al.*, 2003-2) : 52 passèrent sur ou à proximité de la Martinique et 58 sur l'archipel guadeloupéen. Les plus terribles - par leur puissance et les dégâts engendrés - furent pour la Martinique ceux du 11 octobre 1780 (9000 morts), du 18 août 1891 (700 morts), du 25 septembre 1963 (10 morts et 50 blessés), du 20 août 1970 (44 morts et 23 blessés) et du 29 août 1979 (30 blessés, 4000 sans abris). Pour la Guadeloupe, ce furent les cyclones du 11 septembre 1740, du 26 juillet 1825, du 6 septembre 1865, du 12 septembre 1928 (2000 morts) et du 13 septembre 1989 (7 morts).

Si le risque cyclonique fait véritablement parti de la vie quotidienne des populations antillaises, le risque volcanique est beaucoup moins présent quoique plus meurtrier.

La Martinique et la Guadeloupe sont toutes deux dominées par un volcan : la montagne Pelée en Martinique et la Soufrière en Guadeloupe. La première s'est distinguée en détruisant la ville de Saint-Pierre en 1902 (29000 morts) et en 1929 (plus de 300 morts), alors que la seconde connut une crise majeure en 1976. Auparavant la Soufrière s'était manifestée en 1696 et dans le courant du XVIIIe et XIXe siècles ; les Pères Dutertre et Labat en ont fait une description précise : « *La terre fumoit en bien des endroits, et surtout dans ceux où il y avoit des fentes et des crevasses, où nous ne jugeâmes pas à propos de nous aller promener [...] il en sortoit de tems en tems des tourbillons d'une fumée noire épaisse, sulphurée, mêlée d'étincelles de feu, qui ne laissoit pas de nous incommoder quand les vents les portoit du côté où nous étions [...]* ».

Ces deux édifices volcaniques, aujourd'hui si paisibles, appartiennent au type péléen (volcans gris). Il s'agit de volcans explosifs, extrêmement dangereux, qui n'émettent que peu de lave, mais des nuées ardentes (il s'agit de gros volumes de cendres, de vapeurs d'eau, et de débris volcaniques hétérométriques, portés à des températures variant de 600 à 1200 degrés, se déplaçant à 160-180 m/s environ, précédés d'un souffle). C'est ce phénomène qui explique l'arasement de la ville de Saint-Pierre. Le souffle destructeur, précédant la nuée, balaya tout sur son passage, tandis que la masse brûlante (de vapeurs d'eau et de cendres incandescentes) paracheva la destruction. De rares survivants, grièvement brûlés, témoignèrent de la violence et de l'ampleur du phénomène ; un homme habitant les hauteurs de la ville (Saint-Pierre) indiqua qu'à l'approche de la nuée ardente (alors qu'il en était distant de plus de 4 km), ses vêtements s'enflammèrent ; cela donne une indication de la température qui régnait au cœur de la fournaise (température estimée à plus de 800 degrés).

Si la récurrence des manifestations volcaniques est bien moins importante que celle des manifestations cycloniques, il n'en demeure pas moins que l'activité volcanique a marqué définitivement les mémoires. En raison des moyens mis en œuvre aujourd'hui pour surveiller ces aléas (cycloniques et volcaniques), ces derniers sont considérés comme « maîtrisés ».

En dépit de ce qui précède, il importe de préciser que les volcans sous-marins, bien que surveillés, génèrent un autre type d'aléa : les tsunamis.

II. Eruptions volcaniques sous-marines et tsunamis : un aléa à ne pas négliger

L'arc des Petites Antilles compte neuf volcans actifs ; parmi eux, le *Kick'em Jenny* présente un intérêt particulier, car il s'agit d'un volcan sous-marin, en cours de croissance, qui a déjà connu plusieurs éruptions (Mavoungo *et al.*, 2005). La question est donc de savoir s'il constitue une menace directe pour les populations.

Le *Kick'em Jenny* se situe au sud de l'archipel des Petites Antilles, dans la région des Grenadines. Son sommet (situé à 130 m de profondeur) se localise par 12,30 degrés de latitude nord et 61,63 degrés de longitude ouest, à neuf kilomètres au nord de l'île de la Grenade (95000 habitants sur une superficie de 344 km²) et au Sud de l'île Carriacou (8500 habitants environ). A proximité du volcan – à 5 kilomètres environ – émerge l'île faiblement peuplée de *Round Island* (151 hectares). L'île de la Martinique en est distante de 230 km environ.

Le *Kick'em Jenny* est le seul volcan actif immergé de la Caraïbe insulaire. C'est un massif basaltique de 5 millions d'années environ (Westercamp *et al.*, 1980). Comme la Montagne Pelée en Martinique, la Soufrière en Guadeloupe, ou la *Soufrière Hills* de Montserrat, le *Kick'em Jenny* a une histoire éruptive dont il est possible de tirer quelques enseignements.

Le *Kick'em Jenny* est entré en éruption une douzaine de fois au cours des 70 dernières années (1943, 1953, 1965, mai et août 1966, 1988 et 2001, pour ne citer que ces exemples) et a connu trois manifestations subaériennes visibles (1939, 1974 et 1990).

Aujourd'hui, on redoute surtout la formation de tsunamis liés à une éventuelle éruption (Saffache *et al.*, 2003-1 ; Mavoungo *et al.*, 2005 ; Saffache, 2011). Certains journaux régionaux, notamment à la Barbade, ont d'ailleurs entretenu un climat de psychose, pendant les périodes de crises éruptives, en affirmant qu'une vague de 10 m pourrait, consécutivement à l'éruption du volcan, frapper les côtes antillaises et recouvrir des régions habitées. Sur le plan technique, un tsunami peut en effet se produire ; il pourrait concerner non seulement les îles les plus proches, mais plus globalement toutes celles de la Caraïbe orientale et même la Barbade, voire l'île de Margarita, au large du Venezuela. D'ailleurs, l'éruption de 1939 a déclenché une série d'ondes - d'une amplitude de 2 m environ - qui atteignirent l'île de *Round*

Island, au nord de la Grenade, ainsi que les côtes de la Martinique, où des dégâts matériels furent enregistrés : clôtures arrachées, constructions côtières endommagées, etc.

En définitive, la question d'un tsunami induit par le réveil du *Kick'em Jenny* reste d'actualité, même s'il s'avère difficile d'apprécier l'amplitude que pourrait avoir cet événement.

III. Le risque de télétsunami : un risque médiatisé mais peu connu en réalité

Un télétsunami est une onde – de forte amplitude – qui traverse une masse d'eau océanique ; cette onde est généralement mue par un phénomène sismique.

Au cours des trois derniers siècles, la Martinique et la Guadeloupe ont été frappées à au moins cinq reprises par des télétsunamis (le 1^{er} novembre 1755, le 30 novembre 1823, le 30 novembre 1824, le 26 juillet 1837, le 18 novembre 1867...), cependant, tous n'ont pas été recensés, car la mémoire collective n'a pas joué et certaines surcotes marines ne furent jamais identifiées, faute de connaissances (Saffache *et al.*, 2003-1).

Le tsunami du 1^{er} novembre 1755 ayant été bien décrit en Martinique, il s'avère nécessaire d'en donner quelques détails : « [...] 1^{er} novembre, jour de la destruction de Lisbonne, l'Atlantique équatoriale éprouva des mouvements extraordinaires, à la Barbade, à la Martinique et à Antigue [...] dans l'après-midi, lorsque le temps était calme, et la mer tranquille, les flots s'élevèrent tout-à-coup, se précipitèrent sur la côte orientale de l'île et inondèrent, à trois reprises consécutives, le bourg de la Trinité, qui gît à plus de dix pieds au-dessus du niveau des plus hautes eaux. [...] Phénomène arrivé à la Trinité à 2 heures après-midi. La mer, sans grande agitation et par la seule crue de ses eaux, était montée sur la côte en peu de temps à 2 pieds au-dessus des hautes marées. On commençait à y faire une légère attention, quand tout d'un coup elle se mit à fuir vers le large avec une telle rapidité, qu'en 4 minutes la moitié de l'espace qui se trouve entre les bateaux, quand ils sont mouillés, et le rivage fut à sec ; c'est-à-dire environ deux cents pas : les gens raisonnables virent cette nouveauté avec une sorte d'effroi ; quelques nègres attirés par ce spectacle, se mirent à courir imprudemment dans le lit resté à sec, pour y prendre des poissons qui y étaient échoués, sans faire réflexion que la mer qui s'était retirée si vite reviendrait sans doute avec la même vitesse et ne leur laisserait pas le temps de se sauver. Quelques instants après, elle revint en effet, mais les nègres se sauvèrent, à l'exception de deux ou trois qui y auraient péri sans le secours d'un canot [...] elle enfonça les portes des maisons quoique bien retenues au-dedans ; les cafés qui s'y trouvaient furent perdus, et quelques personnes ont failli y être submergées ; la mer a continué dans le même train jusqu'à 6 heures du soir, mais en diminuant [...] » (Moreau de Jonnés, 1822).

En réalité, la vulnérabilité de la Martinique (face aux tsunamis) résulte de deux types de facteurs : des facteurs physiques, à l'origine de la forte densification de son littoral, et son exposition par rapport à un tsunami venant des Canaries.

En raison de son orographie tourmentée (présence de deux massifs montagneux au nord - la montagne Pelée et les Pitons du Carbet - et du caractère très vallonné du sud de l'île), l'activité anthropique de l'île de la Martinique s'est prioritairement concentrée sur sa frange côtière ; l'île est donc fortement vulnérable, car son potentiel économique et productif s'offre totalement aux tsunamis, et plus généralement aux surcotes marines. A cela, il convient d'ajouter la présence d'une chaîne de montagne volcanique (*Cumbre Vieja*) aux Canaries, dont l'un des versants (flanc ouest de l'île de *La Palma*) menace de s'effondrer. Si les journalistes se focalisent prioritairement sur l'effondrement du flanc occidental de la *Cumbre Vieja*, se faisant ainsi l'écho des travaux de H.M. Fritz, selon lesquels un glissement de 500 km³ de roches volcaniques entraînerait la formation d'une méga-vague de 650 m d'amplitude

(susceptible de submerger la totalité des îles de l'arc antillais et une partie du littoral nord américain), en réalité, cette vision apocalyptique est erronée. En effet, la modélisation de H.M. Fritz a été réalisée en bassin fermé, alors que l'Atlantique est un système ouvert qui facilite la dispersion des vagues et par là-même la réduction de leur amplitude. Les travaux de Fritz ont d'ailleurs été revus par Ch. Mader - spécialiste mondial de la modélisation des tsunamis - qui trouve des résultats très différents : des vagues d'une amplitude de 3 à 7 m pourraient affecter l'archipel antillais et les côtes sud américaines.

Même les résultats de cette modélisation ne sont pas certains, car les travaux de R. Paris (CNRS, Clermont-Ferrand) indiquent que ce ne seront pas 500 km³ de roches qui glisseront, mais 20 à 50 km³. En outre, cet effondrement ne devrait pas se produire avant plusieurs décennies. Autre élément notable, la *Cumbre Vieja* se localise à 8000 km des Antilles, c'est-à-dire qu'une dizaine d'heures s'écoulera avant que la première vague n'affecte la frange côtière antillaise ; dans ces conditions, il sera possible d'évacuer des milliers de personnes.

En est-il de même pour le risque hydrologique ?

IV. Le risque hydrologique

La Martinique est constituée de trois entités orographiques distinctes qui confèrent aux rivières leurs principales caractéristiques (Saffache, 2002-1) :

1. une entité septentrionale montagneuse, constituée de deux groupes de massifs – la montagne Pelée et les cinq Pitons du Carbet (altitude moyenne 1200 m) – dont les contreforts pentus permettent la formation de torrents ;

2. une entité méridionale, peu élevée mais tourmentée – altitude moyenne 150 m environ – qui favorise la formation de petits torrents en raison de la proximité du niveau de base ;

3. enfin, une entité centrale dont les caractéristiques hydromorphologiques sont différentes, car le relief est constitué d'une plaine dont l'altitude est par endroit sensiblement égale à celle du niveau de la mer. Les rivières qui drainent cette région ne peuvent être considérées comme de véritables « rivières de plaine », puisqu'elles prennent leur source en amont sur des versants pentus ; elles n'appartiennent pas non plus au type torrentiel, puisqu'elles présentent un profil sub-horizontale en aval. Ces rivières présentent donc des caractéristiques de type mixte.

S'il existe deux types de rivières en Martinique – torrents et rivières de type mixte – il importe d'apprécier leurs principales caractéristiques morphologiques, de façon à en déduire leurs impacts potentiels sur les populations.

IV.1 Les torrents

Les torrents répondent à quatre critères fondamentaux : il s'agit d'organismes hydrologiques relativement courts (rarement plus de 20 km de long), dont l'inclinaison varie en moyenne de 9 à 22 degrés et dont le substratum, toujours friable (argiles, cendres, ponces), est affecté par l'érosion linéaire ; leurs écoulements sont irréguliers, car susceptibles de se transformer rapidement en des crues violentes. Pour ne prendre qu'un exemple, lors du passage de la tempête tropicale Cindy (13-14 août 1993), le débit de la rivière du Prêcheur (côte nord-ouest) a atteint approximativement 700 m³/s (Meunier, 1999), alors qu'il avoisine traditionnellement 1 m³/s. Plusieurs milliers de mètres cube de matériaux volcaniques envahirent le bourg du Prêcheur, rendant les infrastructures publiques inutilisables pendant de nombreuses semaines ; les dégâts furent estimés à plusieurs millions d'euros (Saffache, 2001).

Les torrents se composent de trois sections (Saffache, 2002-1 ; Saffache, 2003-1) : un bassin de réception, un chenal d'écoulement et un cône de déjection.

Le bassin de réception

Il s'agit d'une surface de collecte ou de concentration des eaux de pluie à partir de laquelle se forme le torrent. Localisé au sommet des mornes et des montagnes (donc très pentu), cet entonnoir, fortement incliné, épouse les caractéristiques morphologiques des régions sur lesquelles il prend appui. Côté Caraïbe, les bassins de réception sont trapus¹ et pentus et leur superficie ne dépassant guère 1 km², la concentration des eaux² se fait rapidement (de 15 à 30 minutes) ainsi que leur écoulement. Côté Atlantique, les modalités d'écoulement sont différentes, car les bassins de réception sont beaucoup moins pentus, trapus et surtout beaucoup plus développés (superficie moyenne de 2 à 3 km²) ; la concentration des eaux étant plus lente (de 30 à 60 minutes environ), l'écoulement l'est aussi.

Le chenal d'écoulement

Le chenal d'écoulement qui constitue la zone médiane du torrent permet l'évacuation des eaux collectées par le bassin de réception. Il s'agit d'une gouttière d'incision, modelée comme un véritable canyon, dont la profondeur est toujours supérieure à la largeur. D'une inclinaison variant de 25 à 45 % environ, ce chenal présente un emboîtement des lits mineur et majeur qui empêche tout débordement. Ce chenal ne génère donc aucune vulnérabilité pour les éventuelles populations riveraines.

Le cône de déjection

Contrairement au chenal d'écoulement, le cône de déjection est une zone de réception qui se caractérise par une surface faiblement inclinée (2 à 3 %) et beaucoup plus large que profond. Au niveau du cône de déjection, il ne peut y avoir à la manière du chenal d'écoulement confusion entre les lits ordinaire et majeur ; il y a donc deux lits : le lit ordinaire, encadré par des berges, et le lit d'inondation, qui s'étend de part et d'autre. Cette absence de confusion des deux lits, souligne la vulnérabilité de ce secteur. En Martinique, de nombreux lotissements étant construits sur ou à proximité des cônes de déjection, la vulnérabilité des populations riveraines est particulièrement exacerbée.

IV.2 Les « rivières de type mixte »

Les rivières qui drainent le centre de l'île prennent leur source en amont sur des mornes vigoureux et présentent des modalités de drainage particulières. Ces rivières perdent les deux tiers de leur énergie dans les premiers kilomètres de leur parcours et disposent d'une pente quasiment nulle (< 0,5 %) sur les derniers kilomètres les menant à leur exutoire. Ainsi, vu leur morphologie pentue en amont et sub-horizontale en aval, il est difficile de classer ces rivières dans le type torrentiel ou de plaine. C'est ce qui justifie leur appellation rivières de type mixte. A l'image des torrents, ces rivières se composent de trois sections (Saffache, 2000 ; Saffache, 2002-1) : une aire de réception, un canal d'écoulement et une aire de déjection.

Aire de réception et canal d'écoulement

Les rivières de type mixte disposant en amont de caractéristiques torrentielles, leur aire de réception présente les mêmes caractéristiques morphologiques que celle des torrents.

Si le chenal d'écoulement torrentiel présente une structure homogène, il n'en est pas de même du canal d'écoulement des rivières de type mixte qui se scinde en deux secteurs : amont et aval. En amont, il s'agit d'un chenal taillé en « V », aux parois sub-verticales, qui reprend toutes les caractéristiques du chenal d'écoulement torrentiel ; en aval, le chenal subit des mutations morphologiques sous l'effet de la réduction de la pente (à l'approche de la plaine du Lamentin). Le canyon taillé en « V » se transforme alors en un chenal beaucoup plus large que profond, à l'origine de fréquents débordements.

¹ Cela résulte de l'excentricité de la Montagne Pelée qui se trouve à un tiers de la côte Caraïbe et deux-tiers de la côte Atlantique.

² C'est le laps de temps qui s'écoule entre le moment où il pleut, et le moment où l'eau pluviale ruisselle.

L'aire de déjection

Contrairement au cône de déjection torrentielle qui est faiblement incliné et encombré de blocs volcaniques, l'aire de déjection des rivières de type mixte se compose d'une surface sub-horizontale (inclinaison inférieure à 0,5 %) qui, du fait de sa platitude et de son extension, ne peut convenablement canaliser le flux jusqu'à son exutoire. Ainsi, la rivière s'étale sur une aire réceptrice qui devient progressivement marécageuse du fait de l'importance des sédiments terrigènes qui s'y accumulent. En réalité, il s'agit d'une vaste surface de décantation des eaux turbides, colonisée par des plantes halophiles.

Quelles que soient leurs caractéristiques hydromorphologiques, les rivières qui drainent la Martinique sous-tendent une vulnérabilité humaine de plus en plus exacerbée.

IV.3 Des inondations omniprésentes

L'inondation peut-être définie comme le débordement inhabituel d'une ou de plusieurs rivières. Ce débordement est consécutif à l'augmentation des débits, sous l'effet de pluies importantes caractérisées par leur durée et/ou leur intensité (Saffache, 2003-1). Les cours d'eau quittent alors leur lit mineur pour conquérir le lit majeur, puis les zones basses où les altitudes et les pentes sont trop faibles pour assurer un drainage efficace (parties basses et humanisées des communes de Fort-de-France, du François, du Lamentin, et de Rivière Salée, par exemple).

Ce phénomène naturel est principalement dû à un excès de précipitations, associé à des conditions météorologiques particulières (passage d'ouragans, par exemple) qui peuvent affecter, sur une durée plus ou moins longue, les activités humaines, et engendrer d'importants dommages corporels et financiers.

L'aléa inondation se transforme en risque lorsqu'il intéresse des zones à forts enjeux humains et économiques, comme la plaine du Lamentin, où vivent plusieurs dizaines de milliers de personnes, et où se concentrent une zone industrielle de première importance, un aéroport international, un réseau routier assurant la jonction entre le sud, le centre et le nord de l'île, et de vastes domaines agricoles. Dans cette commune (6190 hectares de superficie), 34 % du territoire est concerné par l'aléa inondation, dont la moitié est classée en aléa fort (1017 hectares environ) (Comité de bassin de la Martinique, 2001-2).

En réalité, les inondations concernent quasiment toutes les communes de la Martinique, exceptées celles d'Ajoupa-Bouillon, du Morne-Rouge, de Fonds Saint-Denis et du Morne-Vert, dans lesquelles les zones aménagées et occupées par l'homme sont situées généralement hors des champs d'inondation.

Certaines communes sont connues pour leurs inondations régulières et parfois de grande ampleur : c'est le cas de la commune du Lamentin dans le centre de l'île (quartiers Grand Case, Lareinty, Mahault, Place d'Armes, Pont Vert, Vieux Pont, Four à Chaux, etc.), et de celle du Prêcheur, sur la côte nord Caraïbe. En novembre 1980, cette commune fut affectée par une crue « éclair ». En 15 minutes, le bourg fut envahi par une coulée boueuse ; 100 m³ de blocs rocheux furent déplacés sur 3 km à la vitesse moyenne de 40 km/h, et 60 maisons furent inondées jusqu'au premier étage. En août 1993, la tempête Cindy provoqua également le débordement des cours d'eau de cette commune qui charrièrent de la boue, des roches et de gros arbres, avec pour résultats plusieurs dizaines de sinistrés et plus de 150 maisons détruites (Meunier, 1999 ; Saffache, 2001).

Sur le reste du territoire, le risque inondation est réel et permanent, même en période d'étiage. Le nord est un peu moins concerné par les inondations, car les rivières disposent de berges assez hautes qui limitent l'étalement des eaux. En revanche, dans la partie centrale de l'île (côté occidental notamment), de vastes étendues peuvent être recouvertes par les eaux, à Rivière Salée et à Ducos, par exemple. Dans le sud-est, quelques rivières, essentiellement

alimentées par la Montagne du Vauclin, débordent parfois sur une longueur non négligeable (rivières du Vauclin, Pilote, Desroses, Simon ou encore du Robert). Il s'agit donc d'une menace à prendre en compte dans le cadre de l'aménagement du territoire, et particulièrement dans la gestion quotidienne des risques naturels.

IV.4 Des facteurs anthropiques aggravants

Les hommes, par leurs actions sur le milieu, accroissent les conséquences des inondations (Saffache 2002-1 ; Saffache, 2002-2 ; Mavoungo *et al.*, 2007). L'urbanisation incontrôlée de certains bassins versants, la « bétonisation » de vastes surfaces urbaines rendues désormais imperméables, le manque d'entretien régulier des lits des rivières (problème des méthodes et de la régularité du curage), la construction d'ouvrages de franchissement insuffisamment dimensionnés, constituent autant de facteurs anthropiques qui augmentent la vulnérabilité des populations et le risque auquel elles sont exposées en cas de débordement des cours d'eau. Ces événements revêtent une plus grande gravité dans les zones où le couvert végétal fait défaut (à cause d'un déboisement et/ou d'un surpâturage excessifs).

En définitive, la vulnérabilité des populations face au risque d'inondation ne dépend pas seulement de l'aléa et de son niveau d'intensité, mais est surtout fonction de l'implantation géographique des personnes, de la localisation de leurs aménagements, de leur activité au moment de l'occurrence du phénomène, et plus globalement de l'absence de mémoire et/ou de culture du risque. Les conséquences des inondations semblent donc intimement liées à des choix de développement et à des priorités d'action (Mavoungo *et al.*, 2007).

Quand on aborde la problématique hydrologique, il est difficile de ne pas évoquer le risque de glissements de terrains. La Martinique est pourtant très sensible à ce risque, car étant modelée à partir de sols prioritairement argileux, constituée de reliefs tourmentés servant de support à d'importantes activités anthropiques, les processus de déstabilisation des versants sont donc importants. En dehors des quelques routes qui glissent régulièrement et perturbent la circulation de tel ou tel groupe d'administrés, certains drames sont survenus récemment (Falaises de Bellefontaine, quartier Soleil Levant au François, etc.) mettant encore l'accent sur la grande vulnérabilité des populations riveraines.

V. Les variations eustatiques

Avant la révolution industrielle (1860), la teneur en gaz carbonique (CO₂) dans l'atmosphère était estimée à 260 ppmv (partie par millions de volume). Aujourd'hui, cette teneur oscille entre 395 et 405 ppmv, et les études prospectives indiquent qu'à l'horizon 2050, cette teneur devrait atteindre ou dépasser les 410-412 ppmv.

La concentration de gaz à effet de serre (le CO₂, le méthane, le protoxyde d'Azote, etc.) dans l'atmosphère, bloque les rayonnements infrarouges émis par la terre, ce qui accroît la température moyenne de la troposphère. Au cours des 80 dernières années, la température moyenne de la terre a cru de + 0,7 degré Celsius et les climatologues estiment qu'au cours des 80 prochaines années, la température devrait s'élever de + 1,4 à + 5,6 degrés Celsius. Il est évident que dans ces conditions, le niveau moyen des mers devrait s'élever en raison de la fonte des glaces polaires et de celle des glaciers de haute montagne (Saffache, 2006).

Pour tenter d'apprécier les variations eustatiques (variations du niveau de la mer) susceptibles d'affecter les côtes antillaises, une analyse prospective a été réalisée en partant des données du GIEC (novembre 2013) : en raison du réchauffement global de la planète, le niveau de la mer dans le bassin Caraïbe s'élèverait annuellement de 2,5 mm. En réalité, ce chiffre est discutable, puisque certains secteurs connaissent des variations positives annuelles

supérieures à 3 mm. Toutefois, en partant de cette hypothèse, à l'horizon 2050 le niveau de la mer devrait s'élever d'un peu moins d'une dizaine de centimètres. En propageant cette élévation à l'échelle des côtes antillaises, il apparaît qu'elles sont toutes très vulnérables (Saffache, 2014). Par exemple, les deux tiers du littoral cubain devraient être ennoyés, de même que toutes les côtes basses des îles des Petites Antilles ; l'intrusion marine devrait même atteindre par endroit une extension horizontale de plus de 500 m. En couplant cette élévation du niveau de la mer – d'une dizaine de centimètres – avec une surcote marine (marée de tempête) liée au passage d'un ouragan, tout le centre historique de Fort-de-France devrait être ennoyé, ainsi que de vastes espaces dédiés aux activités industrielles et portuaires (Saffache, 2014). D'après certaines estimations, à l'horizon 2060, la Martinique pourrait perdre 70 km² environ (Saffache, 2006).

Face à ce constat, mais plus encore, face à la vulnérabilité des populations antillaises, des mesures de sauvegarde devraient être prises rapidement. Si aux États-Unis, au Japon et aux Pays-Bas, ces questions animent les travaux de nombreux centres de recherche depuis près de deux décennies, aux Antilles les populations semblent découvrir le problème...

Conclusion

En définitive, il apparaît que la Martinique, et plus généralement tous les territoires antillais, vivent sous la menace des risques naturels majeurs.

En Martinique, tous les risques sont représentés – excepté le risque d'avalanche – ce qui sous-tend une double problématique : protéger les populations et aménager durablement le territoire. C'est cette double contrainte, qui devrait servir de fil conducteur aux politiques et à ceux qu'ils mandatent pour aménager et développer l'espace.

Vivre sous contrainte, oblige à faire preuve d'ingéniosité, à revendiquer certaines spécificités, mais ne doit aucunement faire oublier que la vulnérabilité est bien le résultat de l'aléa et de l'enjeu ; sachant que l'on ne peut que modestement agir et interagir sur l'aléa, il convient de tout mettre en œuvre (en termes d'ingénierie, d'actions de formations, etc.) pour maîtriser les enjeux...

Bibliographie

- Angeon V., Saffache P. 2008. Les petites économies insulaires et le développement durable : des réalités locales résilientes ? *Études Caribéennes*, 11, p. 17-51.
- Comité de Bassin de la Martinique. 2001-1. Projet de SDAGE de la Martinique. Volume 1 : Orientations et objectifs. S.L. : S.N., 125 p.
- Comité de Bassin de la Martinique. 2001-2. Projet de SDAGE de la Martinique. Volume 2 : Etat des lieux, diagnostic. S.L. : S.N., 81 p.
- Comité de Bassin de la Martinique. 2001-3. Projet de SDAGE de la Martinique. Volume 3 : Fiches mesures. S.L. : S.N., 141 p.
- Diren. 1998. Synthèse de la qualité des eaux et des milieux aquatiques de la Martinique, Volet 1 : Cours d'eau et abords. S.L. : S.N., 176 p.
- Granvorka G.C., Saffache P. 2010. Risk management and disaster mitigation : a case study applied to Haïti, *Études Caribéennes*, 15, (Ressources marines : états des lieux, usages et gestion) [en ligne] / mis en ligne le 21 décembre 2010. URL : <http://etudescaribeennes.revues.org/4559>
- Marc J.V., Saffache P. 2005. Trois siècles de tourmente : voyage à travers l'iconographie cyclonique des Antilles françaises (de la fin du XVIIIe siècle à la première moitié du XXe siècle). Paris : Éditions Publibook, 118 p.

- Marc J.V., Saffache P. 2008. Learning lessons from history: French West Indies, p. 59-68. In : *Sharing Innovative Experiences. Examples of natural disaster mitigation in small island developing states*. New-York : UNDP, Special Unit for South-South Cooperation, The Academy of Sciences for the Developing World (TWAS), Third World Network of Scientific Organizations (TWNSO), volume 12, 195 p.
- Mavoungou J., Saffache P. 2005. Le volcan sous-marin Kick'em Jenny est-il une menace pour les populations antillaises ?, *Ecologie et Progrès*, 5, p. 15-25.
- Mavoungou J., Saffache P. 2007. Les rivières de la Martinique : caractéristiques physiques et vulnérabilité des populations, *Terres d'Amérique*, 6, p. 343-361.
- Meunier M. 1999. Les torrents du nord-ouest de la Martinique : hydrologie des crues, érosion, hydraulique et dynamique torrentielles. Paris : Cemagref (Etudes : équipements pour l'eau et l'environnement), 403 p.
- Moreau de Jonnés A. 1822. Histoire physique des Antilles françaises, savoir : la Martinique et les îles de la Guadeloupe. Paris : Imprimerie de Migneret, 560 p.
- Saffache P. 2000. Pour une protection et une gestion durable des rivières de l'île de la Martinique, *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA*, 39, p. 95-97.
- Saffache P. 2001. Les rivières du Carbet et du Prêcheur : deux siècles d'écoulements torrentiels. Paris : Editions Naturellement, Collection Nature, 83 p.
- Saffache P. 2002-1. Les rivières de la Martinique : caractéristiques physiques et propositions d'aménagement. Paris : Editions Naturellement, Collection Sciences, 158 p.
- Saffache P. 2002-2. Du curage à la dégradation des rivières : de la cause à la conséquence, *La tribune des Antilles*, 33, p. 6-7.
- Saffache P., Marc J.V., Cospar O. 2002. Les cyclones en Martinique : quatre siècles cataclysmiques (éléments pour une prise de conscience de la vulnérabilité de l'île de la Martinique). Paris : Ibis Rouge Éditions - Presses Universitaires Créoles, collection Géographie & Aménagement des Espaces Insulaires, 197 p.
- Saffache P. 2003-1. Glossaire d'hydrologie et de potamologie. Paris : Ibis Rouge Editions, Presses Universitaires Créoles, Collection Documents Pédagogiques – Géographie, 95 p.
- Saffache P. 2003-2. L'aménagement durable vu à travers les politiques de curage des rivières du centre de la Martinique et de dragage de la baie de Fort-de-France, *Ecologie et Progrès*, 3, p. 77-87.
- Saffache P. (dir.). 2003-3. Aménagement, environnement et développement dans les Départements et Territoires d'Outre-Mer. Paris : Éditions SFM (Écologie et Progrès), 119 p.
- Saffache P., Marc J.V., Mavoungou J., Huyghues-Belrose V., Cospar O. 2003-1. Tremblements de terre et raz de marée dans les Départements Français d'Amérique (1643-2002) : éléments pour un aménagement raisonné et une prise de conscience de la vulnérabilité du milieu. Paris : Éditions Publibook Université, collection Sciences Humaines et Sociales, Série Géographie, 352 p.
- Saffache P., Marc J.V., Huyghues-Belrose V. 2003-2. Les cyclones en Guadeloupe : quatre siècles cataclysmiques (éléments pour une prise de conscience de la vulnérabilité de l'archipel guadeloupéen). Paris : Ibis Rouge Éditions - Presses Universitaires Créoles, collection Géographie & Aménagement des Espaces Insulaires, 276 p.
- Saffache P., Marc J.V. 2004. Le littoral martiniquais dans la littérature scientifique, éléments pour une connaissance approfondie du milieu. Paris : Ibis Rouge Éditions - Presses Universitaires Créoles, collection Géographie & Aménagement des Espaces Insulaires, 170 p.
- Saffache P. 2006. Les espaces côtiers antillais face au changement climatique. *Changement climatique : la Caraïbe en danger ?* Colloque international organisé par le Conseil Général de la Martinique. http://www.cgste.gf/fichiers/contributions/2006-12_Pascal_SAFFACHE.pdf

- Saffache P. 2011. *La Martinique et la Guadeloupe sous la menace des tsunamis*, p. 324-325. In : Beuze L.R. (dir.). 2011. *Le grand livre de la biodiversité*. Paris : HC Editions et UGPBAN, 364 p.
- Saffache P. 2014. Erosion côtière et intrusions marines potentielles : l'exemple des Antilles. Colloque international « *Carib Risk Cluster* », Conseil Général de la Martinique, 3 juin 2014.
- Westercamp D., Tazzief H. 1980. *Guide géologique des Petites Antilles*. Paris : Masson, 134 p.