



CENTRE DE GESTION DE LA FONCTION PUBLIQUE TERRITORIALE
DE MARTINIQUE

CONCOURS INTERNE D'INGENIEUR TERRITORIAL SESSION 2015

Mercredi 17 juin 2015

EPREUVE DE NOTE

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

Rédaction d'une note à partir d'un dossier portant sur la spécialité choisie par le candidat au moment de son inscription.

Durée : 4 heures
Coefficient : 3

SPÉCIALITÉ : PRÉVENTION ET GESTION DES RISQUES

A LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET

- Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni votre numéro de convocation, ni signature ou paraphe.
- Aucune référence (nom de collectivité, nom de personne, ...) autre que celles figurant le cas échéant sur le sujet ou dans le dossier ne doit apparaître dans votre copie.
- Seul l'usage d'un stylo à encre soit noire, soit bleue est autorisé (bille non effaçable, plume ou feutre). L'utilisation d'une autre couleur, pour écrire ou pour souligner, sera considérée comme un signe distinctif, de même que l'utilisation d'un surligneur.
- Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.
- Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.

Ce sujet comprend 34 pages
Il appartient au candidat de vérifier que le document comprend
le nombre de pages indiqué
S'il est incomplet, en avertir le surveillant

Vous êtes ingénieur territorial, chargé de mission « risques majeurs » dans la commune du littoral des Antilles Françaises INGEVILLE, comptant 12 000 habitants.
Le PPR littoral est en cours de réflexion et cette mission vous incombe.

Dans un premier temps, le directeur des services techniques vous demande de rédiger à son attention, exclusivement à l'aide des documents joints, une note sur le risque de submersion marine sur le territoire de la commune.

12 points

Dans un deuxième temps, il vous demande d'établir un ensemble de propositions opérationnelles pour intégrer dans le plan communal de sauvegarde la protection des populations en cas de risque de submersion marine.

8 points

Pour traiter cette seconde partie, vous mobiliserez également vos connaissances.

Liste des documents :

- Document 1 :** « Le risque Tsunami en Martinique » (extrait) - *Vertigo* - Septembre 2014 - 13 pages
- Document 2 :** « Circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les PPRNL » (extrait) - *www.developpement-durable.gouv.fr* - 7 pages
- Document 3 :** « Arrêté N°2013004-0005 établissant la liste des territoires à risques d'inondation du bassin Martinique » - *Préfecture de région Martinique* - 4 janvier 2013 - 3 pages
- Document 4 :** « Cartographie des risques sur les Territoires à Risque Important (TRI) » (extrait) - *www.martinique.developpement-durable.gouv.fr* - 28 mars 2014 - 3 pages
- Document 5 :** « Plan communal de sauvegarde » - *Mémento du Maire et des élus locaux* - 30 mars 2012 - 4 pages
- Document 6 :** « Tsunami » - *www.risques.gouv.fr* - consulté le 10 mars 2015 - 2 pages

Documents reproduits avec l'autorisation du CFC

Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.

VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement

Volume 14 Numéro 2 | septembre 2014
Varia

Le risque tsunami en Martinique : planifier une évacuation préventive en optimisant l'accessibilité de sites refuges

FRÉDÉRIC LEONE, MATHIEU PÉROCHE ET RAFAËLLE GUTTON

Résumés

Français English

Le risque de tsunami menace l'ensemble des côtes caribéennes et plus particulièrement les Petites Antilles. Les modèles de propagation disponibles évaluent à seulement quelques minutes les temps d'arrivée sur la Martinique pour les sources sismiques les plus proches. Face à cette menace élevée, la seule parade efficace est l'évacuation préventive et planifiée des populations littorales. Cette mesure de protection nécessite d'établir en amont un système d'alerte régional performant, de modéliser les tsunamis, de préparer les populations et d'établir des plans de secours locaux et régionaux. Afin d'optimiser un plan d'évacuation, il convient d'évaluer les quantités de personnes exposées, les itinéraires d'évacuation possibles, les lieux de mise en sécurité et les délais pour évacuer ces populations menacées. Cet article propose une méthodologie directement destinée aux gestionnaires du risque et qui vise à optimiser et cartographier les sites et les routes d'évacuation à l'aide de calculs d'accessibilité pédestre. Elle repose sur la constitution de bases de données sur les enjeux humains, la construction de graphes routiers, la recherche de sites refuges et le paramétrage de vitesses pédestres. Les itinéraires d'évacuation sont calculés au moyen de l'algorithme de Dijkstra. Une première application donne des délais théoriques de mise en sécurité des populations pour chaque commune de Martinique. Une seconde application débouche sur un plan local d'évacuation pour la commune de Sainte-Anne. Ce nouveau support de prévention a été validé par un comité d'experts et constitue le premier document de ce type en France. Cette méthodologie calibrée et officiellement approuvée est destinée à être déployée sur d'autres territoires et en priorité sur les départements français d'outre-mer.

Entrées d'index

Mots-clés : risque, tsunami, évacuation, planification, modélisation, accessibilité, graphe, Martinique, Petites Antilles

Keywords : risk, tsunami, evacuation, planning, modelling, accessibility, graph, Martinique, Lesser Antilles

Lieux d'étude : Amérique centrale et Caraïbe

Notes de l'auteur

Cet article est une version plus longue et actualisée d'une version antérieure publiée dans la revue *Advances in Geosciences* sous la référence Péroche et al. (2014)

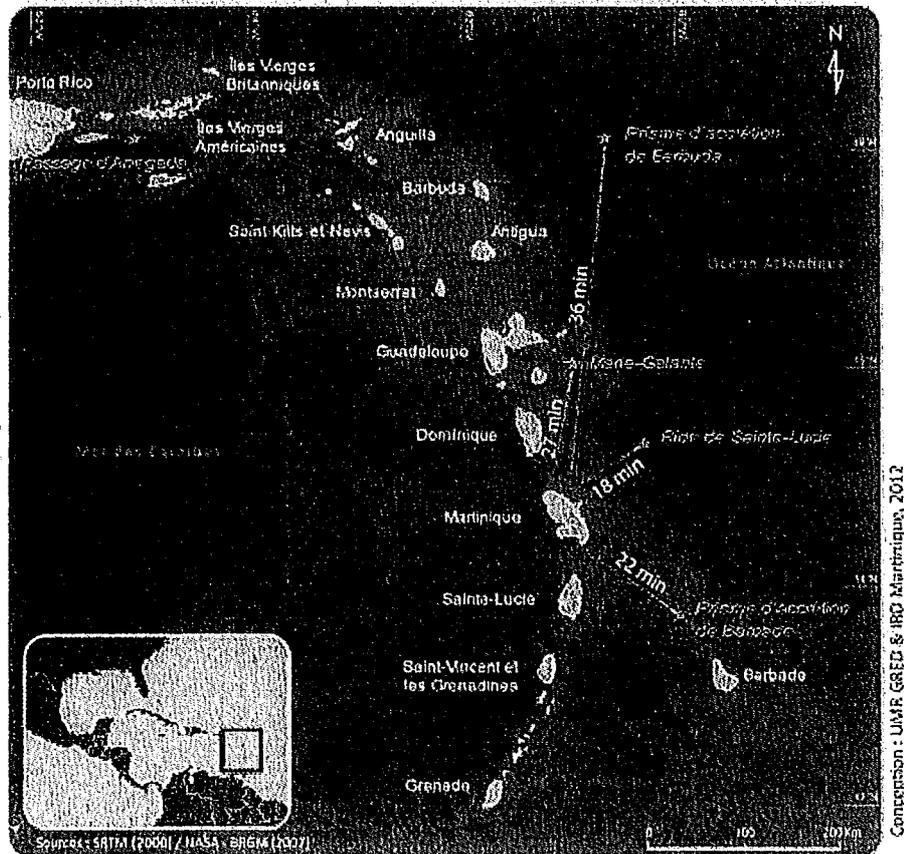
Texte intégral

Introduction: un aléa tsunami bien identifié

- 1 Qu'il soit d'origine sismique, volcanique ou gravitaire, de source locale, régionale ou transocéanique, l'aléa tsunami menace l'ensemble du littoral antillais, avec une plus forte propension pour les côtes au vent, directement exposées aux effets des séismes de la zone de subduction de l'arc des Petites Antilles. Au cours des 500 dernières années, près de 300 témoignages de tsunamis (*run-up*) ont été répertoriés dans cette région (NGDC-NOAA, consulté en janvier 2013), et les tsunamis y auraient fait au moins 3500 victimes depuis 1850 (Proenza et Maul, 2010). D'après Accary et Roger (2010), la Martinique a connu 28 tsunamis significatifs au cours des 500 dernières années, les événements majeurs étant ceux de 1er novembre 1755 (séisme de Lisbonne) et du 5 mai 1902 (lahar de la montagne Pelée).
- 2 Le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) a mené dans le cadre du plan séisme des études préliminaires pour caractériser cet aléa aux Antilles. En se basant sur plusieurs sources tsunamigènes potentielles et au moyen de simulations numériques, le BRGM (Pedreros et al., 2007; Poisson et Pedreros, 2007) a pu déterminer les temps de trajet et les amplitudes

d'élévation maximales des hauteurs d'eau sur les côtes de Guadeloupe et de Martinique. Sur les cinq scénarios d'origine sismique proposés, quatre peuvent potentiellement impacter la Martinique en moins de 36 minutes (figure 1), ce qui laisse très peu de temps pour gérer une évacuation massive de population.

Figure 1. Sources sismiques tsunamigènes retenues par le BRGM et pouvant impacter la Martinique.



- 3 Pour anticiper et optimiser ces évacuations, il convient de développer localement une planification de crise qui réponde aux problématiques suivantes: comment évacuer? Où évacuer? Par quels itinéraires? Combien de personnes à évacuer? Combien de temps pour évacuer? Afin de répondre à ces questions essentielles, nous présentons dans cet article un modèle d'accessibilité des sites refuges développé dans le cadre du projet CARIBSAT de l'IRD (Leone et al., 2012).
- 4 Ce modèle suit une trame méthodologique transposable à différents sites et représente un outil de concertation et d'aide à la décision utile pour les autorités en charge de cette planification d'évacuation, seule parade efficace face à un tsunami. Une première application de ce travail est visible depuis novembre 2013 sur la commune de Sainte-Anne. Un plan d'évacuation y a été validé par les autorités locales. Il s'est traduit sur le terrain par une signalétique officielle visant à guider les populations.

Modélisation de l'accessibilité des zones refuges au moyen de graphes routiers

Bref état de l'art sur les modèles d'évacuation

- 5 Il existe différents modèles de mobilité et d'accessibilité en cas d'évacuation qui se déclinent en fonction de l'échelle de travail et des variables prises en compte. On distingue deux grandes catégories, avec d'une part les modèles microscopiques et d'autre part les modèles macroscopiques. D'une manière très synthétique, les premiers permettent de simuler des comportements humains, en intégrant plusieurs caractéristiques individuelles associées à des entités virtuelles, ainsi que les interactions entre individus à une échelle très locale. Par opposition, les modèles macroscopiques sont basés sur des niveaux d'agrégation à une échelle plus globale, afin d'appréhender le système dans son ensemble et non pas à partir des éléments qui le composent. On obtient alors des valeurs théoriques (temps, capacités...) selon une distribution zonale (Boulanger et Brechet, 2003; Hamacher et Tjandra, 2001). Dans le domaine des risques, les micro-simulations (système multi-agents, automates cellulaires...) sont principalement appliquées aux évacuations à l'intérieur de bâtiments (centres commerciaux, grands hôtels, stades...) ou encore de navires (Klöpffel, 2000). Elles ont été utilisées récemment pour la modélisation dynamique d'évacuation de plages (Sahal, 2011) ou de villes en cas de tsunami. Ces outils performants nécessitent cependant des capacités et des temps de calcul très importants. Ils s'appuient sur des archétypes humains et font abstraction de la diversité des comportements (Valentín et al., 2011).
- 6 La méthode développée ici repose sur l'utilisation d'un outil de macro-simulation de type statique sur graphe (Hamacher et Tjandra, 2001). Cet outil d'analyse conçu initialement pour le calcul d'itinéraires routiers nous a permis de définir des temps d'évacuation et d'optimiser la recherche d'itinéraires de mise en sécurité des personnes en cas de tsunami. Des approches similaires ont été appliquées récemment au risque tsunami, notamment en Indonésie, à Mayotte (Leone et al., 2013) ou sur la Côte d'Azur (Sahal et al., 2013).

Objectifs

- 7 La problématique de l'accessibilité territoriale en lien avec la gestion de crise peut être analysée en fonction des différents moments de la crise: ante-crise (l'évacuation) ou post-crise (l'accès des secours et l'accès aux ressources). Dans le cas des évacuations préventives, un modèle d'accessibilité apporte les solutions suivantes:
 - Mesurer les temps théoriques de mise en sécurité des personnes selon les itinéraires les plus rapides entre les zones de danger et les zones refuges les plus proches ;
 - Estimer au moyen de courbes d'accessibilité la quantité de personnes évacuées en fonction du temps, ce qui permet de déduire pour un scénario prédéfini le nombre de personnes « sécurisées » lors de l'arrivée du tsunami, et inversement ;

- Sélectionner les sites refuges et les itinéraires les plus pertinents, en se basant sur le couple distance/temps de parcours le plus rapide et le nombre de personnes qui y convergent.

Hypothèses de travail

- 8 Il n'existe pas encore de zonage officiel de la submersion locale par tsunami en Martinique. Mais au regard des valeurs de run-up des catalogues historiques de tsunamis (Accary et Roger, 2010; Lander et al., 2002; Zahibo et Pelinovsky, 2001) et des récentes modélisations des amplitudes à la côte (Harbitz et al., 2012; Roger et al., 2010; Poisson et Pedreros, 2007), nous avons fait l'hypothèse d'une hauteur maximale d'inondation inférieure à 10 m pour un événement d'origine sismique. Nous avons ainsi considéré que les populations situées sous cette tranche d'altitude étaient exposées et qu'elles devraient être évacuées en priorité vers des zones refuges situées à plus de 20 m d'altitude.
- 9 Concernant le modèle, nous verrons que les vitesses de déplacement ont été définies pour une évacuation pédestre, conformément aux recommandations établies par l'UNESCO (COI UNESCO, 2008) et admises sur le plan international. Ce mode de déplacement est le plus efficace pour une évacuation rapide de populations dans des délais d'avertissement courts (Bolton, 2007). Le respect de cette consigne permet notamment de limiter le risque d'encombrement des réseaux routiers par les véhicules. L'expérience du tsunami du Japon du 11 mars 2011 a par ailleurs montré que les taux de mortalité ont été plus élevés dans les localités où la population n'avait pas respecté cette consigne (Fraser et al., 2012).
- 10 Comme dans tout modèle de macro-simulation, l'hétérogénéité des situations des personnes évacuées (localisation, activité, contraintes, opportunités) n'est pas prise en compte. On est supposé s'adresser à des individus informés, préparés, rationnels et identiques. Nous partons du postulat que l'intention et le besoin de la population sont de rejoindre les sites refuges les plus proches, le plus rapidement possible. Ce dernier point mérite néanmoins d'être validé par de futurs retours d'expérience même si ce comportement semble logique. L'objectif de notre travail est donc d'apprécier à travers ces premiers résultats les modalités et la faisabilité d'une évacuation planifiée, donc en conditions optimales, tel que l'on pourrait un jour l'imaginer en Martinique.

Outil de modélisation

- 11 Les calculs d'accessibilité ont été effectués à l'aide de l'application RouteFinder® dans une interface SIG MapInfo®. Le logiciel sélectionne les chemins les plus courts, en temps ou en distance, entre plusieurs points de départ et d'arrivée. Les résultats de la matrice origine/destination générée sont cartographiés au moyen d'isochrones (temps de trajets) et d'itinéraires optimaux. Ces chemins sont déterminés conformément à la théorie des graphes et en utilisant l'algorithme de Dijkstra. Cette application nécessite de créer et de paramétrer en amont, au sein d'un SIG:

- Des points d'origine représentés par les mailles du territoire situées à moins de 10 m d'altitude ;

- Des effectifs de population résidente nocturne, agrégés sur les mailles du territoire exposées (≤ 10 m d'altitude) ;
- Un graphe non-orienté des voies de communication paramétré par des vitesses de déplacement pédestres (en km/h) variables suivant la nature des voies (largeur, revêtement, pente) ;
- Des points de destination correspondants soit aux points d'entrée en zone refuge (PEZR) implantés aux intersections entre l'isohypse 20 m et le réseau routier, soit à des sites refuges proches et préalablement validés par les autorités locales ;

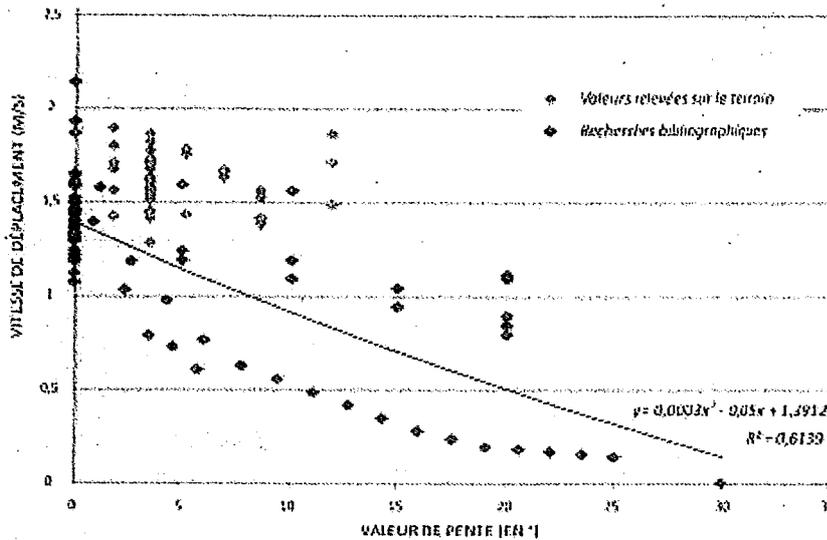
Bases de données SIG constituées

- 12 Les données de **population résidente** ont été extraites après recoupement des fichiers fonciers de la base MAJIC II (2009) de la Direction générale des finances publiques (DGFIP) et des données démographiques du recensement général de la population (2006) de l'INSEE. Les fichiers fournis par la DGFIP apportent une information spatialisée sur l'usage des bâtiments. Il a été ainsi possible d'extraire la fonction de ces derniers (habitation, professionnel ou mixte) et d'obtenir le nombre de foyers par bâtiment. Nous avons pu ainsi estimer pour chaque parcelle cadastrale un nombre moyen d'occupants la nuit. Ces effectifs ont ensuite été réagrégés sur des mailles de 50 m de côté qui représentent les lieux de départ du modèle. Pour l'ensemble de la Martinique, cette population résidente nocturne exposée, donc située à moins de 10 m d'altitude, correspond à 66 377 personnes.
- 13 Le **réseau des voies de communication** utilisé pour construire le graphe d'évacuation provient de la BD TOPO® de l'IGN (2004). Les résultats des modèles d'accessibilité dépendent de la précision de ce graphe routier. Très peu d'erreurs ont été décelées dans cette base. La portion du réseau utilisée (entre 0 et 20 m d'altitude) est constituée de 61 600 tronçons pour une longueur totale de 1 625 km. Nous avons pu distinguer plusieurs classes de voies différentes: les routes carrossables à deux chaussées, ou à une chaussée, et les voies sans revêtement (pistes, sentiers). Ce réseau a été mis à jour sur les communes de Sainte-Anne et de Trinité, dans le cadre d'une application plus fine, au moyen de photo-interprétations et de relevés de terrain.
- 14 Les **sites refuges** ont été identifiés dans un premier temps automatiquement par recoupement des voies de communication avec l'isohypse 20 m. Ce sont ces dernières, nommées PEZR (pour Point d'Entrée en Zone refuge), qui ont permis de traiter les délais d'évacuation à l'échelle de la Martinique. Dans un second temps et dans l'objectif de proposer des plans d'évacuation locaux, elles ont été redéfinies empiriquement sur le terrain en respectant différents critères de sélection qui seront précisés plus loin. C'est cette seconde approche qui a été menée sur la commune de Sainte-Anne en collaboration avec les autorités locales. Dans les deux cas, il s'agit de sites refuges topographiques (dites « horizontales ») qui à l'exception des espaces enclavés de faible superficie présentent des capacités d'accueil supposées illimitées.

Paramétrage des vitesses d'évacuation

- 15 Les vitesses de déplacement des piétons en régime de marche ont été définies à partir des données bibliographiques disponibles et quelques tests in situ, en essayant de tenir compte de la pente et du type de voie (largeur, revêtement), mais sans considérer l'encombrement du réseau ou le profil physique et psychologique des personnes.
- 16 En l'absence d'interaction avec d'autres individus ou avec des obstacles présents dans l'environnement, un piéton se déplace à une vitesse, dite « de confort », de l'ordre de 1,3 m/s (soit près de 5 km/h). Cette valeur est naturellement soumise à une certaine variation. Les valeurs relevées dans la littérature s'étendent de 0,9 m/s à 1,5 m/s (Moussaid, 2010). À partir d'une synthèse des vitesses de déplacement des piétons sur 27 sources différentes, Daamen (2004) donne une valeur moyenne de 1,34 m/s. Quant à lui, Dewi (2010) retient comme vitesse d'évacuation face à un tsunami, une valeur moyenne de 0,751 m/s. Cela correspondrait à la vitesse de déplacement d'un groupe de personnes âgées.
- 17 Par définition, une évacuation face au risque de tsunami implique un dénivelé positif. Il convient donc de moduler la vitesse pédestre en fonction de la pente du terrain. Sur ce point, la bibliographie est beaucoup moins abondante. Les principales expériences citées ont été menées en laboratoire dans le cas d'évacuation de bateaux en détresse (Lee et al., 2003 et 2004). Ces vitesses ont généralement été mesurées sur de courtes distances et dans un couloir incliné. Les valeurs données par Lee et al. (2004) sont sensiblement plus rapides que celles de Bles et al. (2001). Nous avons complété ces données par des vitesses calculées à partir des coefficients de réduction donnés par Laghi et al. (2007). Nos simulations ont été bornées par une valeur de pente critique de 30° (58%) à partir de laquelle une évacuation à pied n'est plus envisageable. Dans la réalité, aucun tronçon routier n'atteint cette pente en Martinique.
- 18 Au final, les vitesses en fonction de la pente retenues pour notre modélisation sont issues d'une régression polynomiale effectuée sur 131 valeurs compilées à partir des différentes références bibliographiques citées plus haut (89 valeurs) et complétées par des mesures empiriques obtenues sur le terrain (42 valeurs). Ces données complémentaires ont été établies sur différents profils de pente en faisant marcher trois jeunes assistants de bonne condition physique. Les écarts maximaux de vitesse obtenus sur une pente de 5° sont d'environ 70% entre nos valeurs et peuvent aller jusqu'à 300% entre nos valeurs maximales et celles fournies par la littérature. Ces derniers peuvent s'expliquer par la diversité des profils des individus sollicités, mais la bibliographie n'apporte aucune précision sur ce point. On peut donc considérer qu'en situation réelle les vitesses d'évacuation peuvent aller du simple au triple en fonction du profil physique des individus; ces écarts s'accroissant en fonction de la pente du terrain et de la distance à parcourir (figure 2). Mais ces écarts vont être également modulés par la densité de piétons, la largeur des voies et le type de revêtement, trois critères qui vont influencer la congestion du réseau et donc la vitesse de marche.

Figure 2. Vitesses de déplacement pédestre en fonction de la pente (sources diverses, dont tests in situ en orange).



- 19 Un grand nombre d'études cherche à définir une relation entre la vitesse de marche et la densité de piétons (Fruin, 1971; Moussaïd, 2010). Mais notre modèle sur graphe ne permet pas de prendre en compte directement cette variable, contrairement aux modèles multi-agents. Nous avons pu néanmoins intégrer indirectement les effets des densités de piétons sur la fluidité des déplacements au moyen d'un coefficient dit de friction. Ce coefficient a été défini à partir de la formule utilisée par Dewi (2010). Il dépend de la largeur des voies d'évacuation ainsi que de la nature de leur revêtement. Par contre, dans le cas des escaliers, nous nous sommes basés sur la valeur moyenne de 0,5 m/s donnée par Fruin (1971).
- 20 Afin de prendre en compte tous ces paramètres, le réseau a été découpé en 10 classes de pente extraites du MNT du Litto3D, d'un intervalle de 3%. En combinant ces classes de pente et les types de voies (largeur, revêtement), on a finalement retenu 30 classes de vitesses spécifiques, estimées pour un adulte en bonne forme physique et comprises entre 4,85 km/h (1,35 m/s) et 0,86 km/h (0,24 m/s). Par ailleurs, la vitesse pédestre hors graphe a été fixée à 1 km/h (0,28 m/s) pour intégrer les obstacles naturels ou artificiels sur des trajets par définition imprévisibles.

Des résultats utiles pour la planification des évacuations

Délais d'évacuation versus temps d'arrivée d'un tsunami sur la Martinique

- 21 Les temps maximaux d'évacuation pour atteindre les PEZR ont été calculés pour chaque commune et cartographiés localement sur deux secteurs à forts enjeux humains, économiques et touristiques, que sont l'agglomération de Fort-de-France et la commune de Sainte-Anne (figure 3). Ces cartes permettent de visualiser rapidement les secteurs les plus éloignés – en temps de parcours – des zones refuges topographiques. Il s'agit par exemple de la zone de l'aéroport du Lamentin ou de la plage des Salines à Sainte-Anne. À l'échelle de la

Martinique, la courbe d'accessibilité obtenue – *volume de personnes pouvant atteindre les PEZR en fonction du temps* – indique un temps maximal théorique de mise en sécurité des personnes exposées (moins de 10 m d'altitude) de 104 minutes (figure 4). Mais il en ressort que près de 73% de ces personnes pourraient être évacués dans un délai inférieur à 10 minutes. L'analyse des temps théoriques de mise en sécurité des personnes par commune montre en fait une grande hétérogénéité spatiale (figure 5). D'une manière générale, ces temps sont plus faibles sur les communes du nord de la Martinique. Cette particularité s'explique par les distances à parcourir plus courtes du fait d'un relief plus proche du littoral. L'allure des courbes varie donc selon l'efficacité du réseau de communication et la proximité de zones refuges. Ainsi, les courbes de Fort-de-France, des Trois Ilets ou de Saint-Pierre revêtent un aspect quasiment linéaire, laissant suggérer une certaine fluidité de l'évacuation, avec un temps d'accès aux zones refuges proportionnel à l'éloignement. À l'inverse, les courbes du Lamentin, de Ducos, du Robert, de Trinité ou encore de Sainte-Anne prennent une forme asymptotique suggérant une plus grande dispersion de la population à évacuer et un réseau plus étendu sur des secteurs plus plats. Les temps maximaux de mise en sécurité concernent les communes du Lamentin (104 min), de Ducos (69 min) et du Robert (67 min). Les volumes maximaux de personnes à évacuer s'appliquent quant à eux à Fort-de-France (15 413 personnes), le Lamentin (6 715), le Robert (5 751) et Trinité (4 774). À Fort-de-France, la durée d'évacuation maximale théorique est estimée à 23 minutes. Les durées théoriques minimales de mise en sécurité concernent Macouba (1 min pour 5 personnes à évacuer), Grand'Rivière (8 min pour 608 personnes), le Prêcheur et Saint-Pierre (14 min et respectivement 779 et 1 837 personnes). Les communes présentant le moins de personnes à évacuer sont représentées par Macouba (5 personnes), Basse-Pointe (212 personnes), le Marigot (236 personnes) et Bellefontaine (521 personnes). Rappelons que ces résultats considèrent les lieux d'habitation occupés seulement la nuit (scénario résidentiel nocturne).

Figure 3. Temps d'accès vers les zones refuges (PEZR à 20 m) les plus proches (en min): exemple de la conurbation de Fort-de-France (A) et de la commune touristique de Sainte-Anne (B).

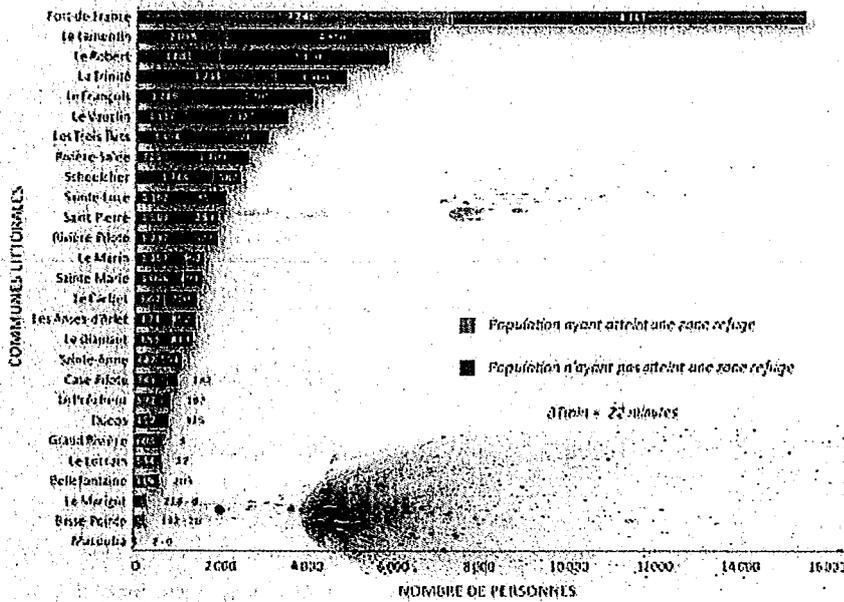
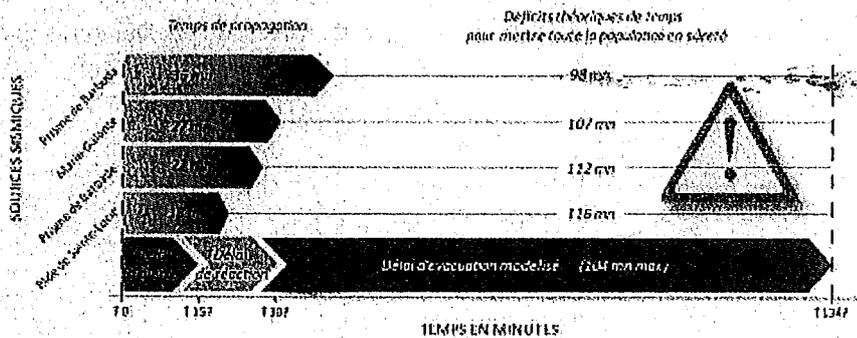


Figure 7. Délais théoriques d'évacuation vs délais d'arrivée de tsunamis selon les différents scénarios de propagation établis par le BRGM.



23 Il convient donc de réduire la part potentielle de victimes liées à ces difficultés d'évacuation en se préparant localement, et en suivant deux objectifs principaux: réduire le temps de réaction des populations par un effort de sensibilisation, et optimiser l'accès aux zones refuges au moyen d'itinéraires balisés et d'aménagements adaptés.

Aide à la planification locale d'une évacuation: le cas de Sainte-Anne

24 Ce modèle d'accessibilité permet par ailleurs de générer automatiquement les itinéraires d'évacuation optimisés en fonction du meilleur rapport distance/temps de parcours vers des sites refuges préalablement sélectionnés. Ce travail complémentaire a été réalisé et validé sur la commune de Sainte-Anne située au sud de la Martinique. Ce territoire se caractérise par une topographie particulièrement basse dans sa partie sud, sur le secteur des Salines réputé pour la beauté de ses plages et sa forte fréquentation touristique. Les temps d'évacuation sont par contre plus faibles au niveau du bourg de Sainte-Anne en raison d'une topographie plus marquée (figure 3).

25 La première étape du travail a consisté à affiner la sélection de sites refuges potentiels sur ou à proximité des PEZR préalablement définis. Ces sites ont été

hiérarchisés sur la base de cinq critères entrant dans la construction d'un indice de qualité construit à dire d'expert:

- L'altitude (supérieure à 15 m) ;
- L'accessibilité : basée sur le temps et la distance modélisés (si possible respectivement inférieurs à 15 min et 800 m) ;
- La capacité d'accueil (la plus grande possible) ;
- La sécurité (la meilleure possible) ;
- La disponibilité (si possible permanente).

26 Ces différents critères ont fait l'objet d'une cartographie intégrée au 1/10 000e afin de servir de base de discussion et d'accompagnement des autorités locales dans le choix des sites refuges et des itinéraires d'évacuation associés. Cette cartographie intermédiaire présentait trois types de sites refuges potentiels: validés (répondant à tous les critères d'éligibilité), à valider (éligibles, mais comportant au moins un critère fortement limitant), alternatifs (éligibles, mais comportant au moins deux critères fortement limitants).

27 Par ailleurs, les sites refuges situés sur des domaines privés ont été spécifiés, car ils doivent nécessairement faire l'objet d'une demande d'autorisation préalable pour pouvoir être intégrés à des plans d'évacuation officiels et être matérialisés sur le terrain. En complément, les secteurs trop éloignés d'un site refuge ont également été représentés par un aplat de couleur rouge sur cette carte. Ils sont considérés *a priori* comme problématiques car situés à plus de 15 min de marche d'après les vitesses implémentées dans le modèle. Dans ces secteurs particuliers, il a été convenu de proposer aux autorités locales des solutions particulières comme l'ouverture de nouveaux itinéraires vers des points hauts situés à proximité, ou encore l'aménagement de sites refuges verticaux dans des bâtiments existants ou à construire comme cela est pratiqué par exemple au Japon (FEMA, 2008).

28 Ainsi, chaque site sélectionné a fait l'objet d'une validation locale associant sur le terrain un comité d'experts constitué de représentants communaux (responsables sécurité et du Plan communal de sauvegarde, PCS), des services de l'État (BRGM, DEAL), du Conseil Général de la Martinique et des pompiers (SDIS). Ce processus de validation collégiale et participative a lui-même été supervisé et validé par la Préfecture de la Martinique (SIDPC) et l'État Major Interministériel de Zone Antilles (EMIZA), représentants locaux de l'autorité nationale et garants opérationnels de la méthode. La synthèse de ces choix s'est ensuite traduite par un plan d'évacuation local en cas de tsunami dont un extrait est présenté sur la figure 8. Cette cartographie opérationnelle répond aux principales conventions sémiologiques en matière de prévention des tsunamis, en proposant aux autorités locales et à la population des zones de danger (jaunes) et de refuge (vertes), ainsi que des itinéraires fléchés (en noirs) vers des sites refuges ou de mise en sécurité (points noirs R).

29 Ce modèle de carte a pour vocation de devenir le prochain référentiel français en matière de planification locale des évacuations en cas de tsunami et son déploiement ne saurait tarder, en priorité sur les autres communes des Antilles françaises. Un des itinéraires proposés sur ce plan a par ailleurs fait l'objet en novembre dernier d'un fléchage normalisé répondant aux exigences des normes internationales ISO 20712 définies par l'UNESCO en la matière (figure 9). Il appartient désormais aux communes dotées ou prochainement dotées de ces plans d'assurer l'affichage du risque tsunami et des consignes d'évacuation dans le cadre de la mise à jour de leurs PCS. Cela pourra prendre

la forme de balisages sur le terrain, de panneaux d'information et de cartographies en lignes telles que celles proposées par l'État de l'Oregon aux USA (<http://nvs.nanoos.org/TsunamiEvac>).

Figure 8. Extrait du plan d'évacuation en cas de tsunami validé par les autorités françaises (Bourg de Sainte-Anne, Martinique).

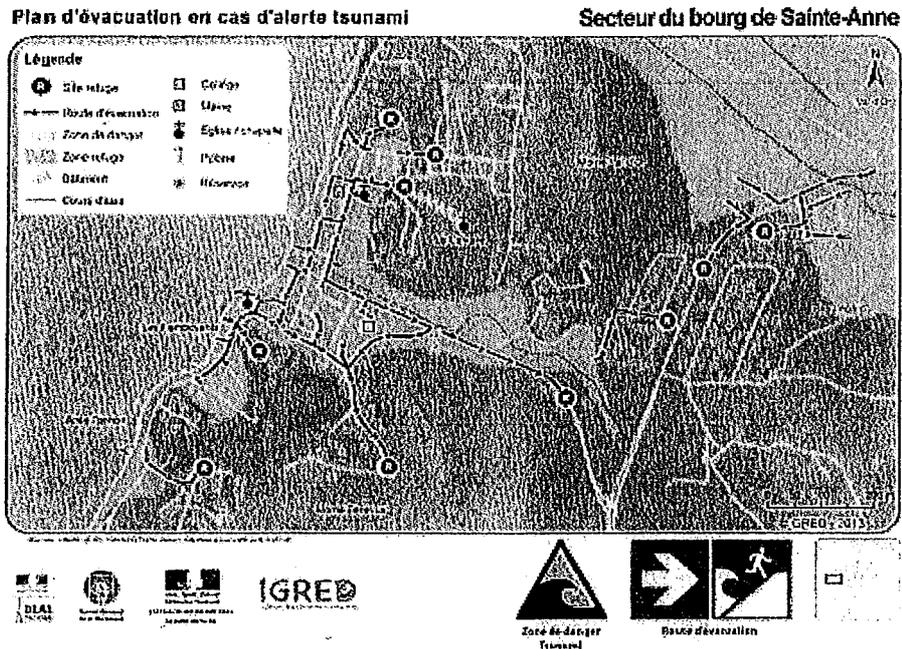


Figure 9: Signalétique « tsunami » (normes internationales) implantée sur la commune de Sainte-Anne, Martinique.

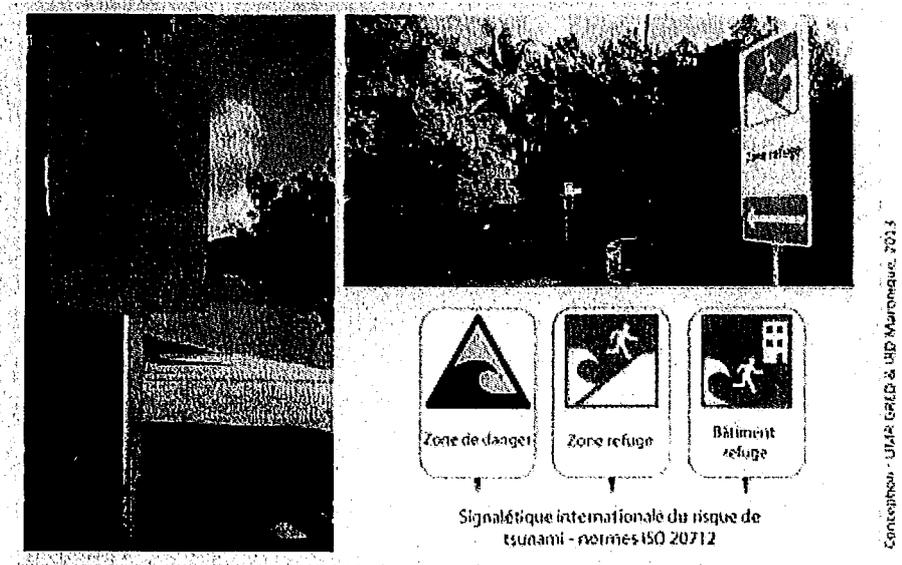


Photo M. Péroche, nov. 2013

Conclusion

30 La trame méthodologique déployée tout au long de ce travail se fonde sur un outil de macro-simulation sur graphe couplé à un SIG. Nous obtenons des résultats graphiques utiles pour sensibiliser et amorcer la planification d'une évacuation pédestre de population en cas de tsunami. L'avantage de cette

méthode est d'être adaptable à différentes échelles d'étude du moment où les bases de données sont disponibles. Les principales améliorations à venir porteront sur la répartition spatiale des enjeux humains selon différentes temporalités et afin d'optimiser le dimensionnement, l'affichage et l'équipement des sites refuges et des itinéraires y conduisant. Cet aspect est important dans un milieu insulaire soumis à une forte variabilité des flux de vacanciers qui modifie la fréquentation des différents espaces de récréation et d'habitat. Ainsi, nous serons en mesure de quantifier plus précisément la population à évacuer suivant les saisons et les tsunamis de référence. Dans cet objectif, plusieurs scénarios d'évacuation pourront être réalisés, en modulant les effectifs de population (jour/nuit), les profils des personnes (adulte, enfant, personne à mobilité réduite), les sites refuges retenus, les temps d'alerte et de diffusion du message à la population, les délais de réaction des personnes, les temps de propagation et les distances de pénétration du tsunami. Les effectifs de population pourront être affinés au moyen d'un comptage *in situ*, en particulier sur certains sites touristiques et/ou fortement exposés.

31 Mais la mise en œuvre des mesures de prévention adéquates dépendra avant toute chose du degré d'implication des autorités et de la volonté politique d'afficher ce risque sans dégrader l'image touristique des lieux. Les territoires français des Petites Antilles demeurent très en retard sur ces questions. D'autres territoires des Petites Antilles, tels qu'Antigua et Barbuda, Trinidad et Tobago ou les îles Vierges Britanniques, ont déjà réalisé des plans d'évacuation et installé des panneaux d'information sur ce risque. L'île d'Anguilla et 22 villes de Puerto Rico ont obtenu le label « *Tsunami Ready Communities* » délivré par le *National Weather Service américain* de la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). Cette préparation locale s'inscrit dans le cadre d'une concertation régionale placée depuis 2006 sous l'égide de la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO, en vue de la mise en place d'un système d'alerte aux tsunamis fédérant 38 pays membres du bassin caribéen, dont la France (ICG/CARIBE EWS).

32 En attendant, face à des délais de réponse qui resteront toujours extrêmement courts, l'effort de prévention doit porter prioritairement sur l'éducation des populations, les consignes d'évacuation et la connaissance des itinéraires de fuite. La meilleure alerte reste celle fondée sur la capacité de tout un chacun à détecter les premières secousses sismiques et à interpréter un mouvement brutal du niveau marin comme un signe annonciateur de l'arrivée probable d'un tsunami.

Remerciements

33 Cette recherche a été initiée dans le cadre du projet CARIBSAT (INTERREG IV Caraïbes) cofinancé par la Commission européenne et dirigée par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Nous tenons à remercier tout particulièrement le directeur du projet, M. Marc Morell, pour cette opportunité de collaboration ainsi que M. Jean-Raphaël Gros-Désormeaux pour ses conseils et toute l'équipe de l'IRD Martinique, dont son directeur M. Quénéhervé. Le rapport complet est disponible sur le site internet du projet (<http://caribsat.teledetection.fr>) sous la référence Leone F. et al. (2012).

34 Ces travaux se poursuivent avec le soutien de la Fondation de France dans le cadre de l'appel d'offres « Quels littoraux pour demain? » (projet n° 1204), en collaboration avec l'État Major Interministériel de Zone Antilles (EMIZA).

DOCUMENT 2

Circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les plans de prévention des risques naturels littoraux (extraits)

5. Détermination de l'aléa « submersion marine » dans les PPR Littoraux :

Plusieurs facteurs peuvent influencer sur l'intensité de l'événement de submersion marine : forte marée, surcote météorologique (lors d'une tempête), houle, phénomènes locaux (mascaret par exemple). La concomitance de ces phénomènes peut avoir des conséquences catastrophiques, comme on a pu l'observer lors de la tempête Xynthia. L'augmentation prévisible du niveau marin liée au changement climatique constitue également un facteur aggravant.

C'est pourquoi il faut prendre en compte ces phénomènes de concomitance pour déterminer l'événement de référence, qui est l'événement dimensionnant le zonage réglementaire, les mesures d'interdiction et les prescriptions du PPR.

Le niveau marin de base à retenir pour déterminer l'événement de référence sera calculé en retenant le plus haut niveau entre les deux événements suivants : l'événement historique le plus fort connu ou l'événement centennal calculé à la côte. Ce niveau marin intégrera systématiquement la surcote liée à l'action des vagues (houle) (cf. annexe 1). La carte d'aléa devra également identifier les zones soumises au déferlement (au sein desquelles le choc mécanique des vagues génère des risques particuliers), le cas échéant par l'application d'une méthode forfaitaire.

Dans certains cas, la configuration particulière du littoral peut entraîner localement des surcotes à la côte importantes (parfois supérieures à 50 cm), par rapport au niveau de surcote au large de la zone considérée, qui doivent être prises en compte afin de ne pas sous-estimer l'aléa. L'analyse du bassin de risque, qui est un préalable indispensable à l'élaboration du PPRL, permet d'identifier ce risque potentiel supplémentaire.

En outre-mer, la prise en compte de l'aléa submersion marine devra tenir compte, au-delà des risques liés à la houle, aux tempêtes et aux cyclones, de la possible présence à proximité de volcans sous-marins pouvant être à l'origine de phénomènes de tsunami temporaires mais impactants¹.

Par ailleurs, on intégrera systématiquement au niveau marin de référence une surcote de 20 cm constituant une première étape vers une adaptation au changement climatique (cf. chapitre 8).

Ce niveau marin de référence pourra ensuite soit être projeté sur le continent (méthode relativement simple mais robuste), soit, notamment dans les situations particulières de zones poldérisées ou de lidos par exemple, faire l'objet de modélisations pour calculer les hauteurs d'eau affectant les zones submergées.

La surcote de 20 cm pourra éventuellement être augmentée localement en outre-mer si des études territorialisées convergentes font ressortir la nécessité d'appliquer une surcote supérieure.

Les caractéristiques d'écoulement dans les zones submergées, et en particulier la dynamique de submersion (vitesse du courant, rapidité de la submersion au regard des possibilités d'évacuation de la population menacée, modalités d'écoulement), seront des critères utilisés, en complément de la hauteur du niveau marin, pour qualifier l'aléa (par exemple : modéré, fort) à un endroit particulier. Cette qualification se fera sur le modèle des grilles d'aléa utilisées pour la réalisation des PPR « inondations par débordement de cours d'eau »

¹ Sont visés par ce paragraphe les phénomènes d'une période de retour inférieure ou égale à celle de l'événement de référence du PPR, susceptibles, par des phénomènes de concomitance, d'aggraver le risque sur le littoral. Face à un événement « tsunami » exceptionnel, les mesures d'alerte et de sauvegarde (type plan ORSEC) sont à privilégier.

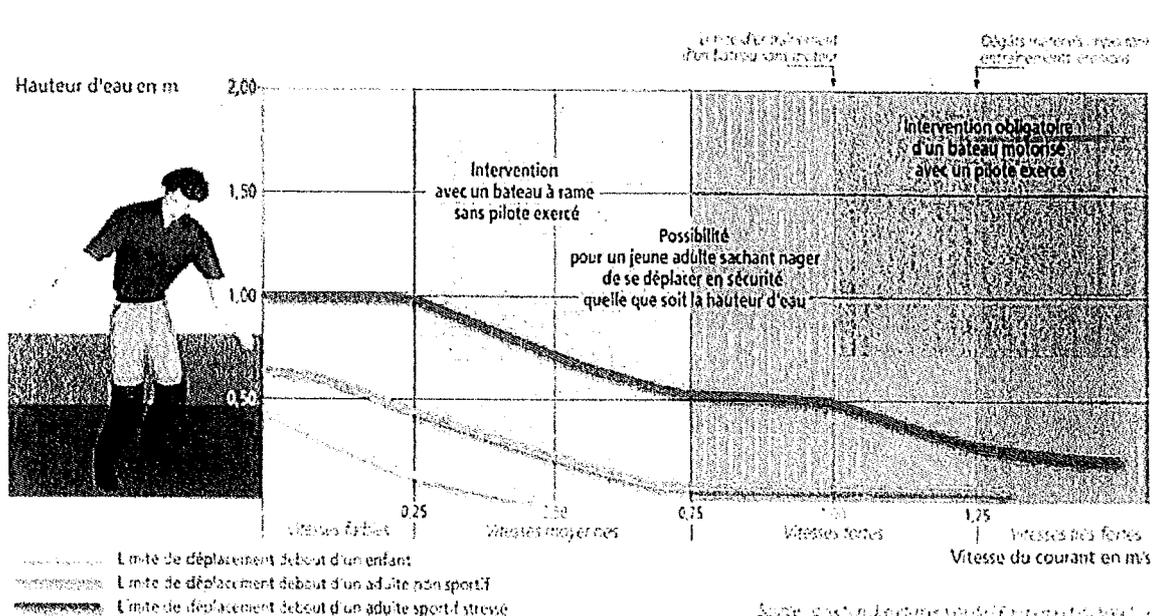
Annexe 2 : analyse de la dynamique de submersion marine et qualification des aléas

Le caractère plus ou moins rapide de la vitesse de submersion est à apprécier en fonction du risque pour la vie des personnes (notamment au regard du délai de réaction de personnes endormies) et des capacités d'intervention pour la gestion de crise (possibilité ou non d'évacuer les personnes). D'autre part, selon les particularités de la zone, d'autres facteurs pourront également être considérés (zone de déferlement des vagues, durée de la submersion, etc.). Le PPRL doit comporter au minimum deux catégories d'aléa (modéré et fort) : selon les contextes locaux, des catégories supplémentaires peuvent être prévues (faible et/ou très fort).

Le guide relatif à l'élaboration des PPRL fournira des éléments méthodologiques de qualification de l'aléa « submersion rapide ». A titre indicatif, la qualification de l'aléa submersion pourra s'appuyer sur un tableau similaire à celui présenté ci-dessous (il est rappelé que le PPRL doit prendre en compte au minimum deux niveaux d'aléa) :

Hauteur (H)	Dynamique de submersion	Faible	Moyenne	Forte
	H < 0,5m		Faible	Modéré
0,5m < H < 1m		Modéré	Modéré	Fort
H > 1m		Fort	Fort	Très fort

Proposition de tableau de qualification de l'aléa « submersion marine » (inspirée des éléments détaillés dans le guide « PPR inondations »)



Possibilités de déplacement des personnes en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse d'écoulement (source: guide PPR inondations, note complémentaire sur le ruissellement péri-urbain)

Annexe 3 : prise en compte des ouvrages de protection

Rôle et responsabilité des différents acteurs

- le responsable de l'ouvrage : c'est le propriétaire ou l'exploitant soumis aux obligations, en matière d'entretien, de restauration et de surveillance, qui sont détaillées dans le décret du 11 décembre 2007 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques (gestion de l'ouvrage en tant qu'objet de danger). Il a la responsabilité de s'assurer que l'ouvrage est effectivement capable de jouer son rôle de protection au regard de la crue pour laquelle l'ouvrage est dimensionné.
- Les collectivités territoriales : il appartient au maire de prendre les dispositions préventives et palliatives nécessaires à la prévention des risques : l'article L.2212-2 du CGCL dispose en effet que le maire a « le soin de prévenir, par des précautions convenables, et de faire cesser, par la distribution des secours nécessaires, les accidents et les fléaux calamiteux [...] tels que [...] les inondations, les ruptures de digues [...] ». De plus, l'autorité compétente pour la délivrance du permis de construire (maire de la commune en général, ou l'autorité à laquelle il a délégué la compétence) décide en dernier lieu d'autoriser ou non la construction de nouveaux bâtiments. Sa responsabilité peut être engagée en cas de dommages liés à la délivrance d'un permis de construire dans une zone dont elle connaissait le caractère inondable.
- l'État : dans le cadre de la réalisation d'un PPR, l'Etat est responsable notamment de la délimitation des zones soumises au risque au sein du périmètre du PPR et de la définition le cas échéant de règles relatives à l'urbanisation de ces zones (inconstructibilité ou prescriptions).

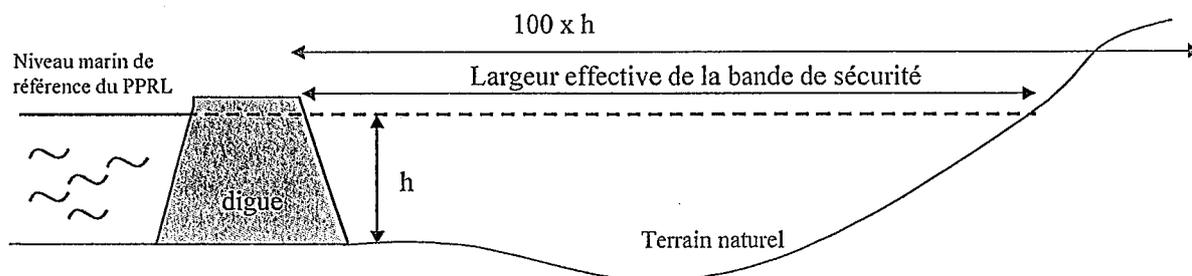
Définitions relatives aux ouvrages de protection :

Ouvrage de protection :

L'expression « ouvrage de protection » désigne le système complet de protection : système d'endiguement globalement cohérent du point de vue hydraulique et de la protection effective des populations (par exemple un système de digues de premier et second rang), ainsi que les ouvrages « maritimes » (type brise-lames, épis, etc.) associés au système d'endiguement.

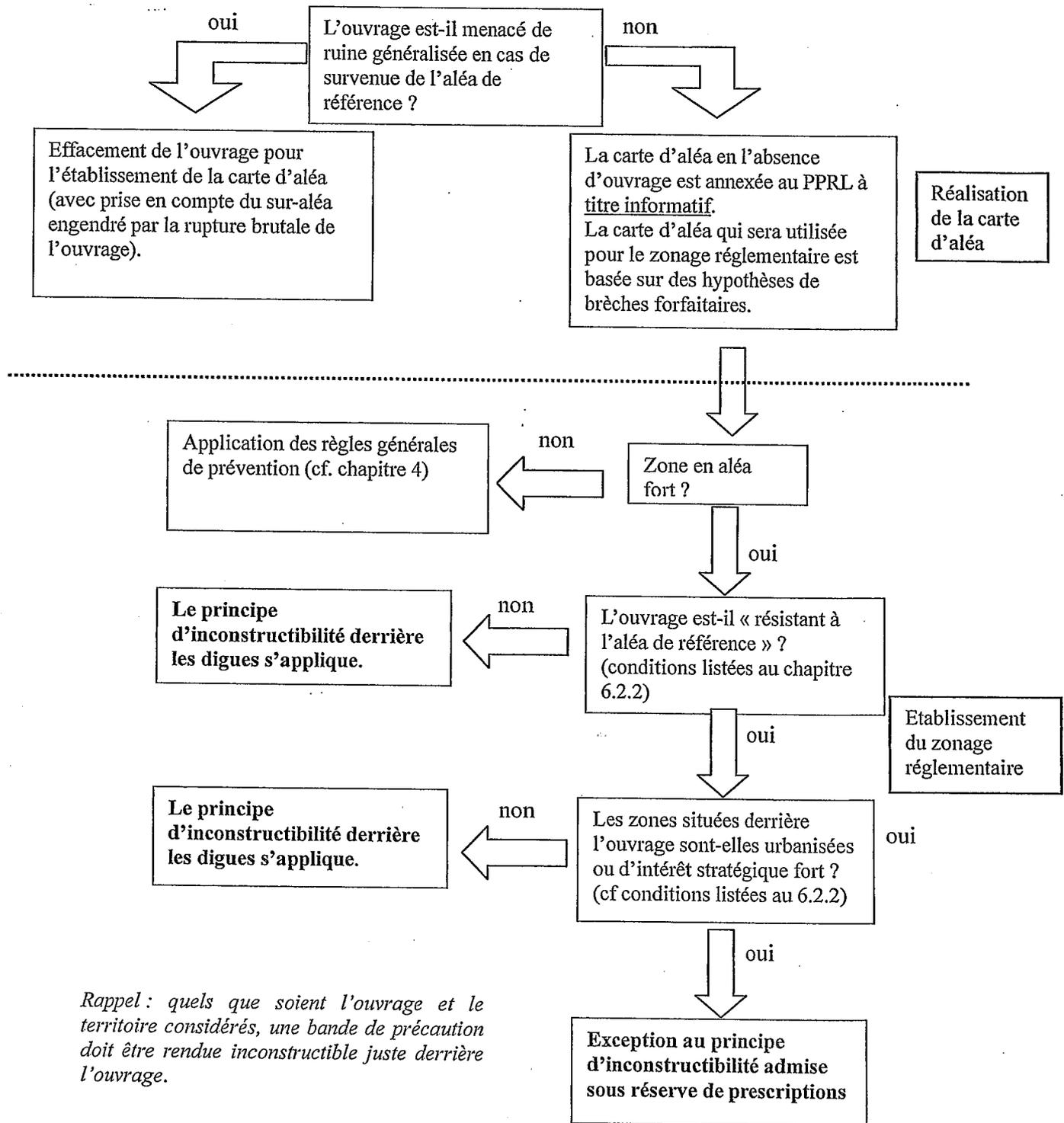
Bande de précaution :

Il s'agit de la zone où, suite à une surverse, des brèches ou une rupture totale de l'ouvrage de protection, la population serait en danger du fait des hauteurs ou des vitesses d'écoulement. Cette bande de précaution doit être rendue inconstructible dans le règlement du PPR. Par défaut cette bande de précaution est définie par l'application d'une distance forfaitaire : 100 fois la hauteur d'eau maximale atteinte à l'amont de l'ouvrage et le terrain naturel immédiatement derrière l'ouvrage, sauf si le terrain naturel atteint la cote NGF du niveau marin de référence du PPRL (cf. schéma ci-dessous).



Cette bande forfaitaire pourra éventuellement être adaptée, notamment sur la base d'éléments techniques fournis par le gestionnaire de l'ouvrage, mais ne pourra dans aucun cas être inférieure à 50 mètres (sauf si le terrain naturel atteint la cote NGF du niveau marin de référence du PPRL).

Prise en compte des ouvrages de protection dans les PPRL



La carte d'aléa en l'absence d'ouvrage est annexée au PPRL à titre informatif. En effet, il convient d'expliquer dans le rapport de présentation pour l'enquête publique les hypothèses prises pour réaliser la carte d'aléa et le zonage réglementaire.

Annexe 4: Recommandations de l'ONERC pour la prise en compte du changement climatique

Dans son document de synthèse « Prise en compte de l'élévation du niveau de la mer en vue de l'estimation des impacts du changement climatique et des mesures d'adaptation possibles » publié en février 2010, l'ONERC définit trois hypothèses de prise en compte de l'impact du changement climatique sur l'évolution du niveau de la mer. Elles sont basées sur les scénarios suivants:

- hypothèse optimiste : scénario d'émission de gaz à effet de serre (GES) le plus bas retenu par le GIEC dans son dernier rapport,
- hypothèse pessimiste : scénario d'émission de GES le plus élevé du dernier rapport du GIEC,
- hypothèse extrême : prise en compte d'une possible accélération de la perte de masse de glace en Antarctique et au Groënland, qui aboutirait à une augmentation du niveau de la mer plus forte que prévue.

Hypothèse	2030	2050	2100
Optimiste	10	17	40
Pessimiste	14	25	60
Extrême	22	41	100

Projections d'élévation du niveau moyen de la mer (en cm) par rapport aux niveaux de la fin du 20ème siècle.

Le rapport « Scénarios climatiques : indices sur la France métropolitaine pour les modèles français ARPEGE-Climat et LMDZ et quelques projections pour les DOM-TOM » remis en janvier 2011 par la mission Jouzel à l'ONERC (dans le cadre des travaux menés par le ministère sur l'adaptation au changement climatique) ne remet pas en cause la validité de ces hypothèses, qui sont donc conservées. En particulier, le choix de n'utiliser que des valeurs moyennes et non régionalisées reste valable : le rapport rappelle en effet la difficulté d'estimer une distribution régionale de l'évolution du niveau de la mer, particulièrement incertaine dans les régions qui nous concernent. Il convient de signaler également que le GIEC ne donne pas de valeur pour la Méditerranée, les recherches scientifiques sur cette région n'étant pas suffisamment abouties. Par défaut, les valeurs moyennes seront utilisées sur cette région aussi.

La publication par le GIEC de son cinquième rapport d'évaluation des connaissances sur le climat, attendu pour 2014, permettra le cas échéant une révision de ces hypothèses.

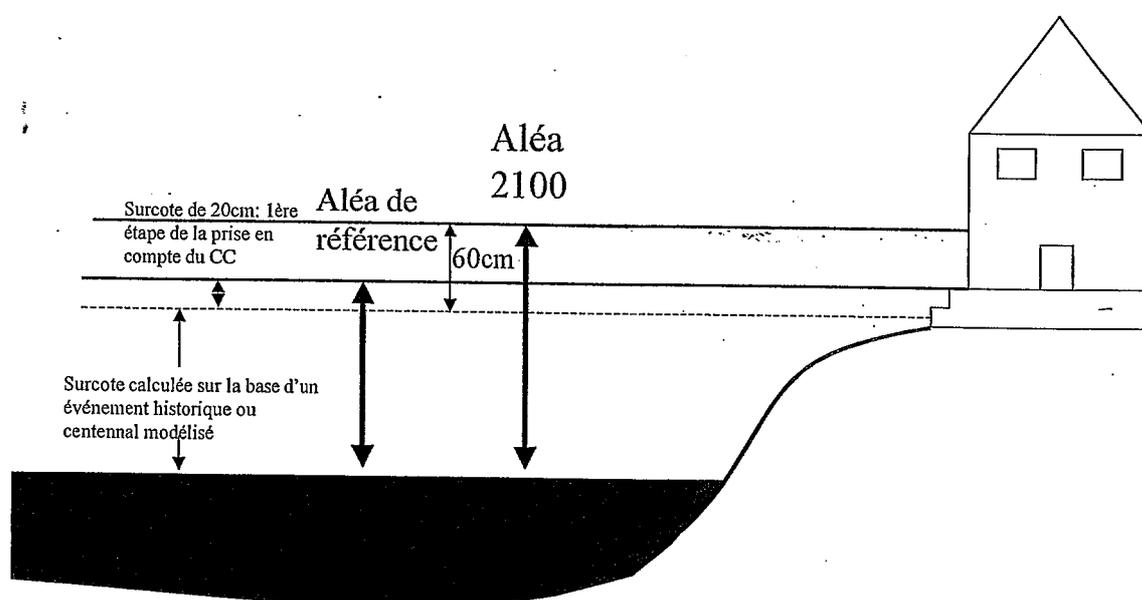
Annexe 5 : modalités de prise en compte du changement climatique dans les PPRL

1. Aléas :

Le zonage réglementaire du PPRL doit être élaboré sur la base de deux aléas (cf. schéma ci-dessous) :

- un « aléa de référence » évalué sur la base d'un niveau marin calculé en prenant le plus haut niveau entre l'événement historique le plus fort connu et l'événement centennal calculé à la côte, à laquelle on rajoute la surcote liée à la houle et, le cas échéant, la surcote liée aux phénomènes locaux. A cet « aléa météorologique » sera ajoutée une marge de 20 cm constituant la première étape de prise en compte du changement climatique.

- un « aléa 2100 » : l'hypothèse retenue est l'hypothèse pessimiste de l'ONERC, qui correspond à une augmentation de 60 cm du niveau marin à l'horizon 2100. L'aléa 2100 correspond donc à l'« aléa météorologique » auquel on rajoute 60 cm.



Niveaux marins pris en compte dans le PPRL

2. Règlement :

La qualification de l'aléa de référence conditionne le règlement du PPRL pour :

- les prescriptions sur les constructions existantes,
 - le caractère constructible ou non de zones déjà urbanisées,
- selon les modalités mises en oeuvre pour l'élaboration des plans de prévention des risques d'inondation et rappelées aux chapitres 4 et 5 de la présente circulaire.

Le niveau d'aléa 2100, lui, conditionne, dans le règlement du PPRL :

- les prescriptions sur les nouvelles constructions,
- le caractère inconstructible d'une zone non urbanisée qui serait en aléa de référence nul mais en aléa 2100 fort.

La superficie des zones inconstructibles ne varie donc pas par rapport à un PPRL « classique », à l'exception des zones non urbanisées où l'aléa de référence est nul mais l'aléa 2100 fort. Par ailleurs, selon l'analyse qui sera faite de cette augmentation de l'aléa, les zones non urbanisées situées en aléa de référence nul mais en aléa 2100 modéré pourront être rendues inconstructibles afin d'éviter une augmentation importante de la vulnérabilité au risque de submersion marine.

On rappelle les modalités générales d'élaboration du zonage réglementaire d'un PPRL « classique » (un seul aléa « submersion marine » de référence) :

	Zone non urbanisée	Zone urbanisée
Aléa fort	Inconstructible	Inconstructible (sauf, éventuellement, cas particuliers type dents creuses ou centre urbain dense)
Autres aléas	Inconstructible	Constructible avec prescriptions ³

Démarche de zonage réglementaire actuelle

En ce qui concerne la prise en compte du changement climatique, les tableaux ci-dessous peuvent servir d'outil d'analyse.

Orientations en zone urbanisée

Aléa de référence	Aléa 2100		
	Faible	Modéré	Fort
Nul	Constructible (prescriptions le cas échéant)	Prescriptions	Prescriptions
Faible	Constructible (prescriptions le cas échéant)	Prescriptions	Prescriptions
Modéré		Prescriptions	Prescriptions
Fort			Inconstructible

Orientations en zone non urbanisée

Aléa de référence	Aléa 2100		
	Faible	Modéré	Fort
Nul	Constructible (prescriptions le cas échéant)	Prescriptions ou inconstructible	Inconstructible
Faible	Inconstructible (non aggravation de la vulnérabilité)	Inconstructible	Inconstructible
Modéré		Inconstructible	Inconstructible
Fort			Inconstructible

³ Les possibilités alternatives de développement à l'échelle communale ou intercommunale peuvent conduire à un gel de l'urbanisation même dans les espaces urbanisés non soumis à un aléa fort.

PRÉFET DE LA RÉGION MARTINIQUE

SECRETARIAT GENERAL
DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT, DE
L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT
DE LA MARTINIQUE
SERVICE RISQUES ENERGIE ET CLIMAT

Arrêté n° 2013004-0005

établissant la liste des territoires à risques important d'inondation
du bassin Martinique

LE PREFET DE LA REGION MARTINIQUE

Chevalier de l'Ordre National du Mérite

Vu la directive 2007/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation,

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L.566-4, L.566-5, L.566-11, R.566-4, R.566-5, relatifs à l'identification des territoires dans lesquels il existe un risque important d'inondation, et l'article R.213-16 relatif au délégué de bassin,

Vu l'arrêté ministériel du 27 avril 2012 relatif aux critères nationaux de caractérisation de l'importance du risque d'inondation, pris en application de l'article L.566-4 du code de l'environnement,

Vu l'arrêté ministériel du 6 novembre 2012 établissant la liste des territoires dans lesquels il existe un risque important d'inondation ayant des conséquences de portée nationale, voire européenne, pris en application des articles L.566-5.I. du code de l'environnement,

Vu l'avis favorable rendu par le comité de bassin, le 11 juillet 2012

Sur proposition du directeur de l'environnement, de l'aménagement et du logement de la Martinique,

Arrête

Article 1 -

L'annexe au présent arrêté fixe la liste des territoires dans lesquels il existe un risque important d'inondation tels que définis à l'article L. 566-5.II du code de l'environnement.

Article 2 -

Le présent arrêté sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture de région Martinique

Article 3 -

Le Préfet de la Région Martinique, le Directeur de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de la Martinique, sont chargés, chacun en ce qui les concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Fort de France, le 4 janvier 2013

Le préfet de la région Martinique

LEONARD FIEVOSI

Annexe

Liste des territoires dans lesquels il existe un risque important d'inondation du bassin Martinique tels que définis à l'article L. 566-5.II. du code de l'environnement :

Dénomination du territoire à risque important d'inondation	Territoire identifié au titre d'un risque important d'inondation ayant des conséquences de portée nationale voire européenne, en application du L.566-5.I	Liste des communes concernées
Agglomération de Fort de France - Lamentin	non	- Fort de France - Lamentin



DOCUMENT 4

RISQUES ENERGIE CLIMAT

Cartographie des risques sur les Territoires à Risque Important (TRI)



25 mars 2014 (mis à jour le 28 mars 2014)



Afin d'éclairer les choix au regard de la réduction de la vulnérabilité des territoires aux risques d'inondation et l'organisation de la gestion du risque, la directive inondation prévoit d'approfondir les connaissances à travers la cartographie des zones inondables suivant 3 scénarios représentatifs d'événements : fréquents, d'occurrence moyenne et extrême.

Les aléas retenus pour cette cartographie sont le **débordement de cours d'eau** et la **submersion marine**.

Les cartes réalisées tiennent compte d'événements de fréquence 10 ans (Q10 - fréquent), 100 ans (Q100 - moyenne), 1000 ans (Q1000 - extrême*).

Dans le cadre de l'étude de submersion marine (fréquence Q100), les valeurs de surcotes liées au réchauffement climatique sont illustrées par des cartes spécifiques (hypothèses d'élévation du niveau de la mer basée sur les études de l'Observatoire National des effets du Réchauffement Climatique - ONERC à l'échelle de 2100), tenant compte d'une élévation de 0,60 m.

La cartographie s'attache à mettre en évidence les enjeux et leur niveau de vulnérabilité (cartes des risques) et l'impact des aléas (cartes des surfaces inondables).

* En ce qui concerne l'événement extrême, l'étude permet avant tout de donner des informations utiles à la gestion d'une crise important.

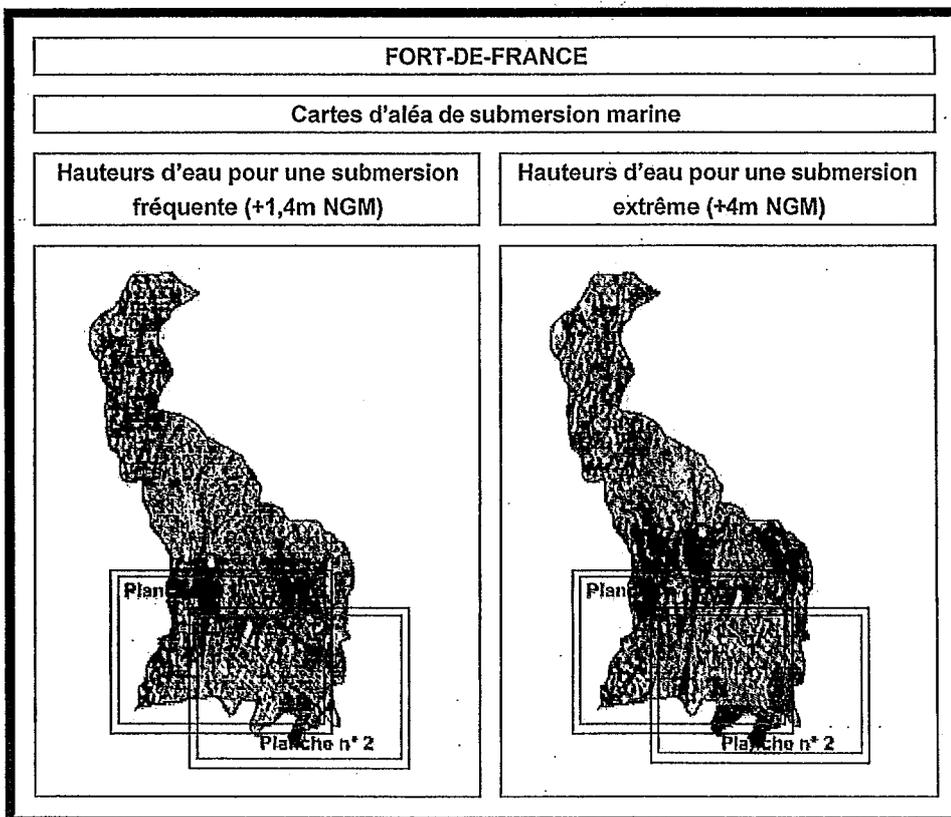
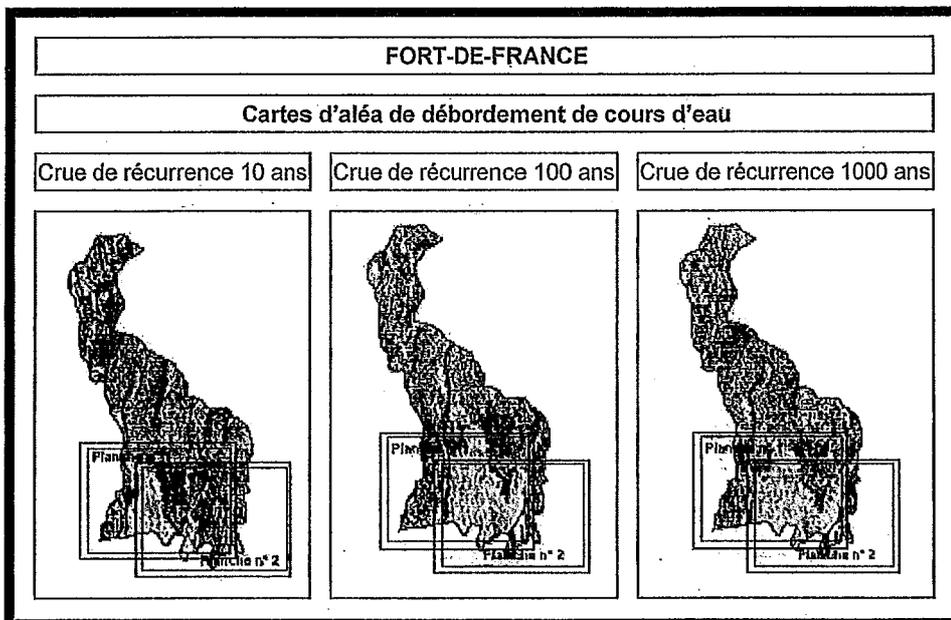
Télécharger :

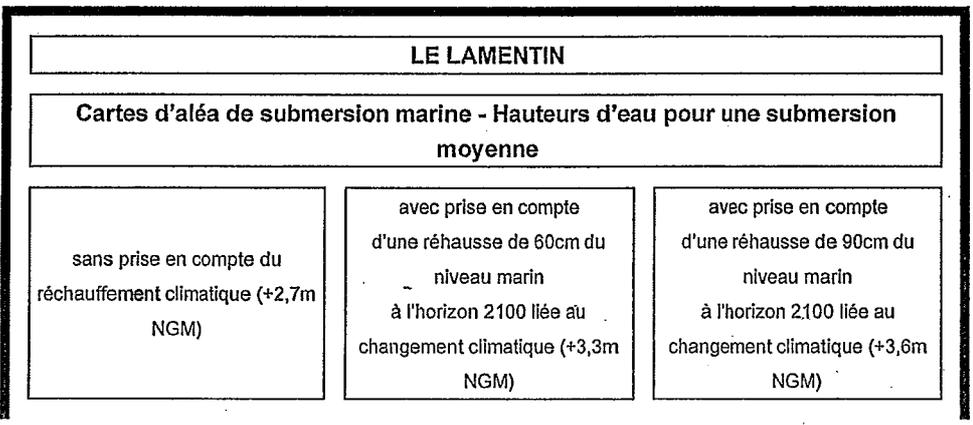
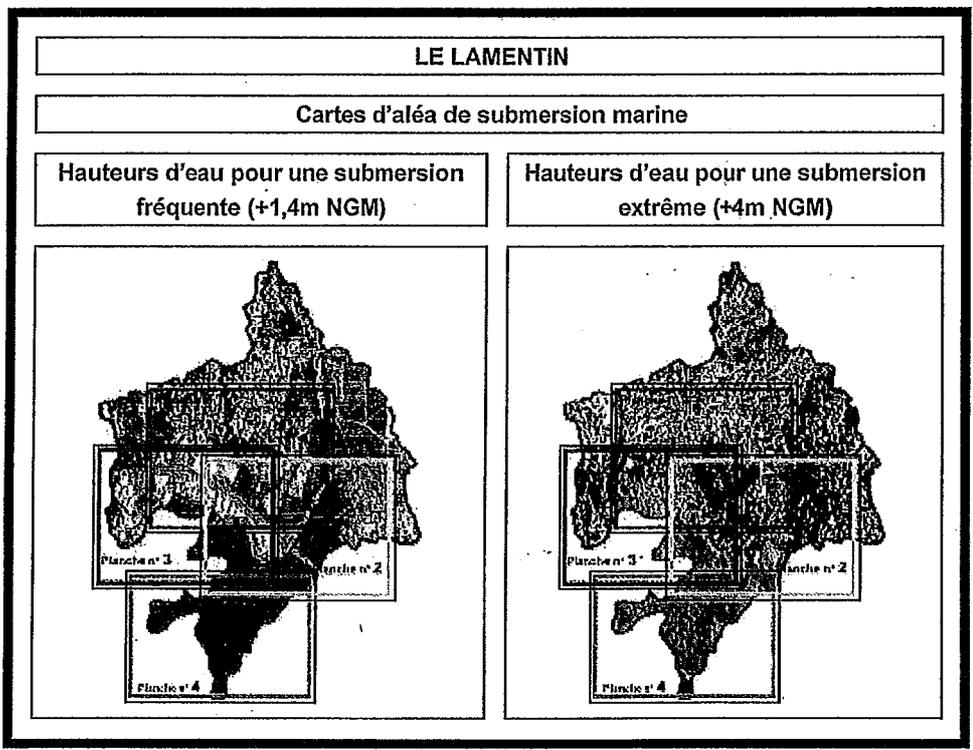
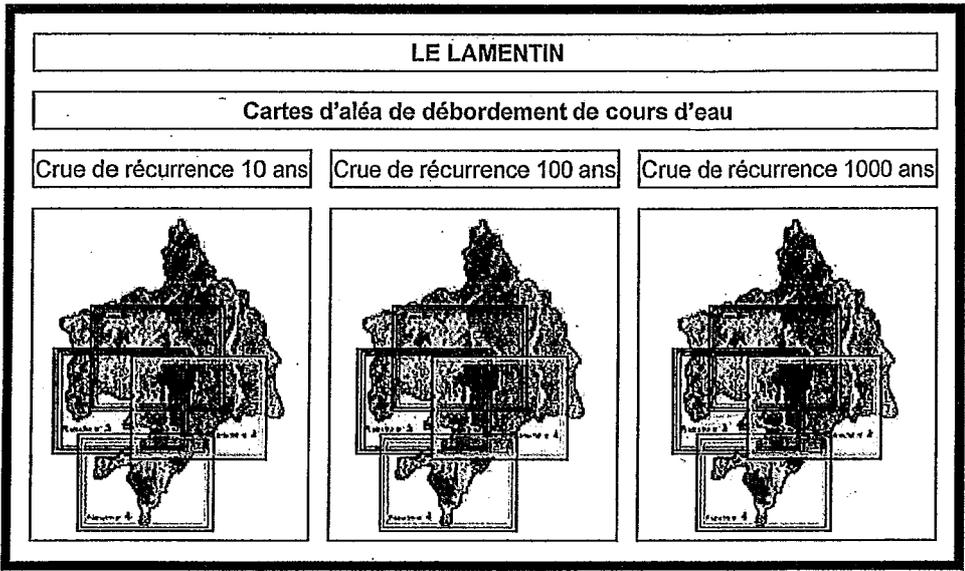
- [Le rapport d'accompagnement sur la réalisation des cartes d'aléas et des risques](#) (format pdf - 3.7 Mo - 27/03/2014)

- L'arrêté préfectoral n° 2014058-00075 portant sur la cartographie des surfaces inondables et des risques d'inondations du territoire à risque important d'inondation de FDF-Le Lamentin (format pdf - 317.8 ko - 27/03/2014)

Approfondissement des connaissances

Cartographie des risques sur les Territoires à Risque Important (TRI)





MEMENTO DU MAIRE ET DES ÉLUS LOCAUX

Prévention des risques d'origines naturelle et technologique

↑ Return to Responsabilités du maire

R8 - Plan communal de sauvegarde (PCS)

Dernière mise à jour : 30 mars 2012

Sommaire :

1. Introduction
2. Cadre réglementaire
3. Objectifs du PCS et principes fondamentaux
4. Contenu du PCS
5. Elaboration des PCS
6. Gestion des plans de sauvegarde
7. Principe pour la sous-traitance
8. Plan intercommunal de sauvegarde

1 Introduction

Ces dernières années, une série d'accidents majeurs, particuliers, ou courants sont venus perturber le fonctionnement quotidien de nos organisations : tempêtes, marées noires, accidents de l'usine AZF, canicule exceptionnelle, inondations de grande ampleur, menaces terroristes... Ces événements ont fait prendre conscience que l'organisation de la sécurité civile devait être repensée et ont mis en exergue la nécessité pour les communes de se préparer à faire face à de telles situations. Certes les responsabilités du maire étaient définies au titre de ses pouvoirs de police générale mais aucun plan d'action ne stipulait les missions auxquelles il devait faire face.

Pour remédier à cette situation, la loi 2004-811 du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile donne une valeur juridique au PCS et l'impose au maire dans les communes dotées d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé (PPRN), ou celles comprises dans le champ d'application d'un plan particulier d'intervention (PPI). Il en est de même pour les communes dotées d'un plan de prévention des risques miniers approuvé (PPRM) par application de l'article L.174-5 du Code minier.

2 Cadre réglementaire

La loi 2004-811 du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile définit dans son article 13 le PCS. Ce document vise à améliorer la prévention et la gestion des crises en confortant le rôle des communes, il s'agit du premier texte officialisant ce plan qui donne une assise législative à la réalisation des PCS.

Le décret n° 2005-1156 du 13 septembre 2005 stipule que le PCS s'intègre dans l'organisation générale des secours : il constitue un outil complémentaire au dispositif ORSEC pour aider le maire à apporter une réponse de proximité à tout événement de sécurité civile. Il ne concerne que les mesures de sauvegarde de la population, à l'exclusion de toutes missions opérationnelles relevant du secours. Ce document est arrêté et mis en œuvre par le maire et transmis au préfet du département.



Fiche DGv1 : Organisation de la sécurité civile

Le PCS est mis à jour par l'actualisation de l'annuaire opérationnel, il est révisé en fonction de la connaissance et de l'évolution des risques. Il est consultable en mairie. Le délai de révision ne peut excéder 5 ans. A ce jour aucun texte réglementaire ne stipule la périodicité des exercices, toutefois il est préconisé que ces derniers soient effectués annuellement.

Le PCS regroupe l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection de la population. Il détermine en fonction des risques connus :

- les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes,
- fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité,
- recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population.

Le décret n° 2005-1156 du 13 septembre 2005 précise que le PCS doit contenir, le document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM), pour informer sur les risques et les consignes de sécurité. La gestion d'une situation de crise dépend autant de la préparation de la commune que de la réaction des habitants.



Fiche DGi1 : Information préventive des populations



Fiche DGv5 : Moyens d'alerte et d'information (dont RNA, SAIP)



Fiche R10 : Traitement au niveau local de la vigilance et de l'alerte

La proposition de loi tendant à assurer une gestion effective du risque de submersion marine, enregistrée à la Présidence du Sénat le 26 avril 2011, pourrait entraîner des évolutions réglementaires. Selon l'article 12 :

- le PCS s'imposerait aux communes concernées par un PPRN prescrit (et non plus uniquement approuvé) ;
- les communes seraient tenues d'effectuer, au moins tous les trois ans, un exercice de simulation d'une catastrophe naturelle.

3 Objectifs du PCS et principes fondamentaux

- Le PCS est l'outil de préparation du maire.

Il est dans l'exercice de son pouvoir de police instauré par le Code général des collectivités territoriales (article L 2212-2.5 du CGCT). Ce document doit être modulable en fonction de la taille de la commune.

- Le PCS doit permettre d'organiser la sauvegarde des personnes.

Le PCS assure le soutien aux populations. Il vient en complément du secours à personne et de la lutte contre le sinistre, missions dévolues aux services de secours (sapeurs-pompiers, services médicaux d'urgence...). Le PCS doit permettre à la commune de faire face à tout événement classique, particulier ou majeur pouvant affecter gravement la population.

- Le PCS est le maillon local de la sécurité civile.

Il apporte la réponse de proximité à la situation de crise et s'intègre dans l'organisation des secours de manière complémentaire et cohérente.

- Le PCS est un outil d'aide à la gestion de la crise.

La gestion d'une crise est une somme d'impondérables (imprévus). Le PCS doit permettre d'identifier les principales missions à réaliser. Il est impossible de concevoir un outil qui permette de tout anticiper :

- La mise en place d'un PCS est un travail de préparation à une situation de crise.

La mise en place du PCS est un travail à finalité opérationnelle basée sur la préparation, l'entraînement régulier et le partage entre les acteurs internes et externes à la commune d'une culture commune d'intervention. Il doit aboutir à une appropriation de l'outil par les acteurs impliqués dans le dispositif communal.

- L'élaboration du PCS concerne l'ensemble des services communaux.

La mise en place de l'outil de gestion de crise n'est pas l'affaire d'un service et encore moins d'une personne. Le projet doit être transversal et nécessite l'engagement de chaque élu et de chaque agent de la collectivité. Il doit prévoir les modalités de mise en place d'une structure de crise correctement dimensionnée. La montée en puissance de la réponse communale doit se faire de manière à répondre aux besoins exigés par la situation.

- L'élaboration du PCS doit permettre l'association des acteurs et partenaires locaux.

La démarche d'élaboration du PCS doit permettre d'associer l'ensemble des forces vives de la collectivité : les habitants ayant une connaissance des risques ou de certains éléments pratiques, les représentants d'association, les personnes pouvant constituer les réserves communales de sécurité civile, les partenaires privés, publics (service de l'état, SDIS, gendarmerie, SAMU).

- La démarche PCS doit permettre de tendre vers une culture communale de sécurité civile.

La loi de modernisation de la sécurité civile rappelle que cette sécurité civile est l'affaire de tous. La démarche de la commune doit s'attacher à cette finalité pour développer ce concept au sein de la collectivité, tant pour ses agents et élus que pour ses concitoyens et partenaires locaux.

4 Contenu du PCS

Le maire est désigné comme directeur des opérations de secours (DOS) en l'absence d'une prise en main du dispositif par le préfet (loi du 22 juillet 1987 codifiée à l'article L2212-2 du Code général des collectivités territoriales, ainsi que la loi 2004-811 du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile). Ces attendus induisent donc pour le Maire l'impérieuse obligation de prendre des mesures préventives et prévisionnelles face aux risques encourus.



Fiche DGv3 Articulation entre le dispositif ORSEC et l'organisation propre des acteurs

L'autorité municipale se trouve donc la sentinelle avancée de la prévention et à ce titre ce magistrat doit préparer à froid l'outil qui l'aidera à gérer la crise à chaud.

Le PCS (que certains organismes avaient appelé « plan communal de prévention et de secours » ou « plan communal d'action ») doit permettre de formaliser une organisation de crise adaptée à la commune. Il a pour objectif de prévoir des moyens humains et matériels. Il comprend de ce fait les éléments suivants :

- la définition du risque majeur,
- l'analyse des risques établie à partir : du DDRM, du SDACR, des PPRN, des PPI approuvés par le préfet, concernant le territoire de la commune.
- l'information des populations,
- les moyens et la diffusion d'alerte,
- les dispositions prises par la commune permettant à tout moment d'alerter la population et d'informer, et de recevoir une alerte émanant des autorités.
- les consignes de sécurité,
- une cartographie d'aléas,
- les zones d'accueil possibles,
- les itinéraires préconisés,
- la capacité d'hébergement,
- les moyens humains, matériels et techniques à activer.
- les modalités de mise en œuvre de la réserve communale de sécurité civile (RCSC), si celle-ci est créée.
- l'astreinte,

- la cellule de crise (emplacement et acteurs),
- les annuaires des services opérationnels,
- des fiches réflexes / actions, destinées aux différents services municipaux, déterminent les conduites à tenir par typologie de risques recensés à partir de la carte d'aléas.
- exemples d'arrêtés du maire (réquisition, interdiction de circuler sur la route communale, arrêté de périls imminents)
- les modalités d'exercice permettant de tester le PCS et de formation des acteurs.
- le retour à la normale



Fiche DGv5 : Moyens d'alerte et d'information (dont RNA, SAIP)



Fiche DGI2 : Consignes de sécurité



Fiche R9 : Réserves communales de sécurité civile (RCSC)



Fiche R11 : Les réquisitions



Fiche R12 : Péril d'immeuble lors d'une catastrophe

5 Elaboration des PCS

Le temps d'élaboration d'un PCS (d'une durée approximative de neuf à douze mois) est un moment important et fort pour la commune, car au delà de la simple rédaction d'un plan, il s'agit d'une réflexion interservices axée sur le partenariat. L'adhésion du maire au projet est capitale car elle est le symbole de la volonté politique mais encore de la légitimité des actions qui seront entreprises par les différents acteurs communaux.

La conception du PCS ne peut s'imaginer sans une étroite collaboration avec les institutionnels du secours et notamment le SDIS, le document précité étant une complémentarité des plans de secours existants au niveau départemental.

La désignation d'un ou plusieurs élus « porteurs du projet » viendra conforter la réalisation de ce document ; en effet cet outil est destiné en cas de catastrophes ou d'accidents graves à réunir un certain nombre de chefs de service et élus susceptibles de coordonner les actions de sauvegarde au sein de la ville. Chaque acteur potentiel doit connaître son rôle et avoir participé à son élaboration en vue de l'appropriation de ce référentiel.

Le PCS doit être évolutif pour conserver son cadre opérationnel. Il doit pouvoir conserver une certaine homogénéité dans le cadre de sa réalisation et respecter de ce fait un canevas précis.

Grandes étapes du PCS :

Etape	Objectif	Documents à produire
Diagnostic des risques (aléas + enjeux)	Recenser les situations qui pourraient être rencontrées et identifier pour chacune d'elles les enjeux potentiels	Fiches événement : scénarios envisagés et descriptif des enjeux
Définition des procédures d'alerte et d'information de la population	Savoir comment sera reçue l'alerte, quand et comment relayer ou diffuser une alerte dans les différentes situations envisagées, en touchant le plus de personnes possible	Inventaire des moyens d'alerte existant (haut-parleurs, tocsin...), Critères d'alerte de la population Règlement d'emploi des systèmes d'alerte
Recensement des moyens communaux et privés	Connaître les capacités de la commune à faire face à une crise	Tableaux recensant les moyens humains et matériels
Création d'une organisation de crise	Définir les tâches à entreprendre pour les situations envisagées, répartir les missions entre élus et personnel, désigner un poste de commandement communal (PCC)	Organigramme de crise : attribution des fonctions Fiches mission : descriptif des tâches pour chaque fonction Caractéristiques du PCC : localisation, emplacement du matériel PCS...
Réalisation d'outils pratiques	Créer le document opérationnel	Classeur(s) PCS regroupant les documents élaborés + fiches action (procédures pratiques de mise en œuvre des missions) + annuaires téléphoniques...
Réalisation du DICRIM	Créer un document d'information (sur les risques, l'organisation de crise et les consignes de sécurité) à destination de la population	DICRIM
Pérennisation du projet dans le temps	Prévoir la procédure de mise à jour régulière du document, organiser des formations des élus et du personnel, organiser des exercices, organiser des réunions publiques d'information...	

6 Gestion des plans de sauvegarde

Le PCS est établi sous l'égide du maire en parfaite synergie avec ses services. Ce n'est pas un simple annuaire, ni un catalogue, c'est une organisation de crise qui intègre uniquement les moyens maîtrisés par la commune. Le plan arrêté par le maire lui confère la mission de directeur des opérations de secours (DOS) sur le territoire de sa commune tant qu'un plan départemental n'est pas déclenché. Cet outil n'interfère pas avec les plans arrêtés par le préfet (ORSEC, PPI...). Il ne programme que des actions de compétence communale et n'utilise a priori que des personnels et des matériels qui ne peuvent être engagés ailleurs par d'autres autorités. Le PCS recense aussi des moyens non-communaux (ex. matériel Croix Rouge Française, réquisitionnables par le préfet).

L'intérêt du PCS ne réside pas seulement comme on le croit fréquemment dans les situations de crise mais dans la possibilité de son activation quotidienne à des degrés divers en fonction d'événements sortant de l'ordinaire.

Ce référentiel doit être modulable en fonction de l'importance de la commune et doit donc se rapprocher de son organigramme fonctionnel. Il est bien évident que pour les petites communes l'organigramme de crise sera bâti à partir d'une cellule événementielle sous l'autorité du maire en vue de gérer au mieux l'information et l'alerte des populations ainsi que les moyens humains et matériels propres à la commune.

C'est un document méthodologique de préparation d'un événement qui doit permettre aux différents acteurs de se connaître, d'apprendre à travailler ensemble et de développer des partenariats et de réseaux. C'est un élément fort pour développer la culture de sécurité.

7 Principe pour la sous-traitance

L'intervention d'un prestataire peut être sollicitée pour la réalisation d'un PCS.

La rédaction d'un PCS ne correspond pas à la remise d'un guide clé en mains mais bien de l'accompagnement de la commune dans une réflexion globale en termes de risques et de gestion de crise conduisant, par une démarche participative, à la rédaction du PCS réalisé et validé par ceux qui auront peut-être à le mettre en œuvre un jour.

Une commune peut souhaiter disposer d'un regard extérieur et d'un soutien méthodologique pour réaliser son PCS et pour cela faire appel à un sous-traitant. Toutefois, celui-ci ne doit pas faire le plan à la place de la commune mais être un animateur un accompagnateur du projet et apporter à la fois des méthodes et une force de travail. En particulier, la mise en forme des outils opérationnels relève de sa compétence mais leur élaboration est obligatoirement confiée aux acteurs communaux. L'objet de cette sous-traitance doit impérativement être encadré par la commune requérante. Elle ne doit pas entraîner un désengagement de la part des acteurs communaux. La réalisation d'un cahier des charges très précis est, dans ce cas, absolument indispensable pour obtenir un projet parfaitement adapté aux besoins de la commune.

La méthodologie proposée est donc la suivante :

- réunion de lancement avec les membres de la cellule risques majeurs et environnement de la commune (élus, chefs de service, techniciens de la commune, service de secours, gendarmerie, générateurs de risque, services de l'Etat...)
- mise en place d'un comité de suivi et de groupes de travail
- étude des risques avec visites sur le terrain
- alerte et information des populations
- recensement des moyens pour y faire face et rédaction d'un annuaire de crise
- animation de réunions avec travaux en sous-groupes pour :
 - la définition d'une organisation de crise
 - la rédaction de diverses fiches réflexes : fonctions, conduite à tenir par aléa, aide à la décision, mission
- présentation en mairie du document finalisé
- animation éventuelle d'une réunion publique
- réalisation d'un exercice cadre
- maintien opérationnel du dispositif dans le temps



MIAT / DDSC, Plan Communal de Sauvegarde - Guide pratique d'élaboration, 2005, 206 p. (voir fiche n°6: La sous-traitance, page 41). Téléchargeable ici en pdf et sur le site du ministère de l'Intérieur.

Attention aux dérives observées dans certains cas où le sous-traitant :

- fait le PCS tout seul ou uniquement avec un chef de service ou un élu,
- propose un document type ou une organisation prédéfinie,
- réalise des fiches opérationnelles à la place de la commune,
- conduit le projet seul,
- impose ses choix à la collectivité.

8 Plan intercommunal de sauvegarde (PICS)

La loi 2004-811 du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile précise qu'un PICS peut être établi dans les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) à fiscalité propre. Ce dernier est arrêté par le président de l'EPCI et par chacun des maires des communes concernées. Il est à noter que la mise en œuvre de ce document relève de chaque maire sur le territoire de sa commune. Il comprend les mêmes éléments que le PCS, il définit une organisation de gestion des événements pour chaque commune et une pour l'intercommunalité. Il faut rappeler que la direction des opérations de secours ne peut être assurée que par le maire ou le préfet : ne peut donc en aucun cas, être transférée à un président d'intercommunalité.

Cette disposition devrait laisser s'exprimer la volonté politique de solidarité des élus communaux dans le cadre de la gestion de crise par la mutualisation des moyens nécessaires (humains, matériels, structures d'hébergement, assistance post crise...)

NB : L'intercommunalité peut se positionner comme tête de réseau en vue d'aider les communes à réaliser leur PCS.



Fiche R2 : Intercommunalité et prévention des risques majeurs



Prévention des Risques Majeurs

www.risques.gouv.fr

TSUNAMI

Qu'est-ce qu'un tsunami ?

Le terme tsunami est un mot japonais composé de tsu, « port », « gué », et de nami, « vague » ; il signifie littéralement « vague portuaire ».

Le tsunami se manifeste par une série de vagues géantes pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres de haut. La plus grosse vague est rarement la première, mais plutôt l'une des vagues suivantes qui, outre sa propre énergie potentielle, récupère l'énergie d'une vague qui s'est déjà brisée et retourne vers la mer. L'espacement dans le temps (entre 20 et 40 minutes) de ces vagues les rend particulièrement dangereuses car les populations qui ont échappé à la première vague pensent souvent que la catastrophe est terminée et se rendent près des rivages pour constater les dégâts et porter secours. La plupart des tsunamis sont comme des coulées pleines de débris.

Comment ça marche ?

Un tsunami se crée lorsqu'une grande masse d'eau est déplacée. Si l'on exclut les cas très particuliers de tsunamis qui seraient générés par une explosion d'origine humaine ou par l'impact d'une météorite, on peut dire que les tsunamis ont toujours une origine géologique.

Suite à un séisme, un glissement de terrain ou une éruption volcanique, la couche océanique est ébranlée, avec un soulèvement, et parfois un affaissement. La surface de l'eau commence alors à osciller et les vagues se propagent dans toutes les directions.

Lorsqu'il atteint le littoral, le tsunami peut avoir des manifestations variables. Ainsi, plus le volume d'eau déplacé est grand, plus la distance parcourue par les tsunamis sera longue, plus le nombre de pays concernés sera élevé et plus les dégâts risquent d'être importants. Les scientifiques distinguent trois types de tsunamis.

Les tsunamis locaux, observables jusqu'à une centaine de kilomètres, sont provoqués par des séismes (d'une magnitude de 6,5 et 7,5), des glissements de terrain ou des éruptions volcaniques.

Les tsunamis régionaux qui se propagent sur une distance comprise entre 100 et 1000 km et sont générés presque uniquement par des séismes de subduction.

Les télétsunamis, capables de détruire les côtes à des milliers de kilomètres de la source.

Les tsunamis dépendent en outre du relief des côtes. Alors que les pentes fortes réfléchissent les vagues, dans les pentes douces, l'amplitude des vagues augmente. De même, un îlot sera protégé par la barrière de corail qui « casse » les vagues.

Quelles sont les manifestations concrètes d'un tsunami ?

Retrait de la mer loin de la côte puis remontée très rapide qui engendre des courants violents et destructeurs.

Selon le relief du littoral, l'effet de la vague est amplifié.

De même, dans les ports et les baies qui constituent un espace fermé, les vagues vont se succéder les unes après les autres à un intervalle de 10 à 20 minutes, avec des courants importants et des tourbillons.

Enfin, dans les situations extrêmes, le tsunami se manifeste par une série de vagues géantes pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres de haut espacées dans le temps (entre 20 et 40 minutes).

Exemples historiques

Le 11 mars 2011, au Japon, un séisme de magnitude 8,9 sur l'échelle de Richter déclenche un tsunami. Des vagues de 10 mètres de haut déferlent sur Sendai, dans le nord-est du pays.

Le 29 septembre 2009, après un séisme de 8,3 sur l'échelle de Richter, des vagues de 3 à 9 mètres balayent les Samoa américaines et les Samoa (ex-Occidentales). La capitale des Samoa américaines, Pago Pago, est submergée. Le tsunami fait près de 200 morts.

Le 17 juillet 2006, un séisme de 7,7 sur l'échelle de Richter au large de la côte sud de Java à 335 km de Jakarta provoque un tsunami faisant plus de 600 morts, près 1 000 de blessés et environ 100 000 sinistrés.

Le 26 décembre 2004, dans l'océan Indien, un séisme de magnitude 9,1 à 9,3 au large de l'Indonésie provoque un tsunami qui touche les pays d'Asie du Sud et dans une moindre mesure les côtes orientales de l'Afrique. Au moins 285 000 victimes sont recensées (bilan officiel au 30/01/2005).

Le 16 octobre 1979, une partie de la plate-forme de remblaiement de l'aéroport de Nice disparaissait dans la mer. Quelques minutes plus tard, après une baisse relative du niveau de la mer, un tsunami submergeait le littoral et une vague estimée entre 2,5 et 3,5 m de haut déferlait sur la plage de la Salis à Antibes.

Textes réglementaires

Les dossiers départementaux des risques majeurs (DDRM) recensent, dans chaque département, les risques par commune.

En décembre 2004, après le tsunami de Sumatra, un quatrième chantier a été ajouté au plan séisme, consacré à la prévention du risque de tsunami. Initié en 2005 et confié à la direction de la prévention des pollutions et des risques (DPPR), ce programme d'action s'étend jusqu'en 2011 et repose sur trois axes : l'évaluation de l'aléa, la mise en place d'un système d'alerte et la sensibilisation de la population.

La France a décidé d'établir à la Réunion un centre national d'alerte aux tsunamis dans l'océan Indien, à vocation régionale (CNATOI). Dès avril 2005, les dispositions techniques nécessaires ont été prises afin de recevoir les messages des centres d'alerte au tsunami de Hawaï et de Tokyo et de rediffuser ces informations aux États de la zone. Le préfet de la Réunion ainsi que ceux de Mayotte et des Terres Australes et Antarctiques françaises sont systématiquement destinataires des alertes transmises par le CNATOL. S'agissant du réseau d'instruments de mesure, deux marégraphes et cinq sismographes temps réel renforcent aujourd'hui le système d'alerte aux tsunamis dans l'océan Indien.

