

Les événements naturels dommageables

en France et dans le monde en **2004**



BRGM

RETOUR D'EXPÉRIENCE

risques naturels majeurs

Ce document a été réalisé sur la base d'informations recueillies notamment auprès de l'agence France-Presse (AFP) et sur la base des arrêtés portant constatation de l'état de catastrophe naturelle.

Avis au lecteur

Malgré tout le soin apporté à la réalisation de ce document, il n'est pas impossible que des inexactitudes persistent. Nous vous remercions de bien vouloir nous les signaler par courrier à l'adresse suivante :

Ministère de l'Écologie et du Développement durable
Direction de la Prévention des pollutions et des risques
Sous-direction de la Prévention des risques majeurs
Cellule Retour d'expérience
20, avenue de Ségur, 75302 Paris 07 SP

ou par courriel aux adresses suivantes :

roseline.laroche@ecologie.gouv.fr
charly.vignal@ecologie.gouv.fr

Merci de bien vouloir nous indiquer vos sources d'information.

Cet ouvrage a été élaboré et rédigé par Charly Vignal et Roseline Laroche, avec le concours de Philippe Sabourault pour le volet séisme.

Les données produites s'appuient sur les sources AFP, CCR (Caisse centrale de réassurance), Swiss Ré, Munich Ré. Elles sont également extraites de la base du CRED (Center for Research on the Epidemiology of Disasters) de l'université de Louvain (Belgique) et de nombreuses autres sources accessibles à partir d'internet.

Les données ont été critiquées selon les modalités suivantes :

- recoupement de l'information ;
- proximité des sources d'information (les données retenues proviennent de sources a priori les plus proches de la catastrophe) ;
- qualité des sources (organisme officiel, articles scientifiques...).

Nota : les sigles sont soit renseignés lorsqu'ils apparaissent pour la première fois dans le document soit sont renvoyés vers le glossaire. Dans certains cas, le renseignement est doublé.

Mai 2005

Couverture :

- Crue torrentielle dans l'Isère [source : Graphies]
- Séisme en Guadeloupe [source : BRGM]

Les événements naturels dommageables en France et dans le monde en 2004

Sommaire

Préambule

Méthodologie Les éléments de référence.	3
<i>L'échelle de gravité des dommages</i>	
<i>Les échelles d'intensité par type de phénomènes naturels</i>	
<i>Phénomènes et événements naturels</i>	
<i>L'analyse temporelle des « catastrophes naturelles »</i>	
<i>Analyse spatiale des « catastrophes naturelles »</i>	
<i>L'espace « Retour d'expérience » du site www.prim.net</i>	
Bilans Les événements français 2004	9
<i>Tableau des événements français de 2004</i>	
<i>L'analyse temporelle des « inondations et coulées de boue »</i>	
<i>Éléments d'analyse globale</i>	
Zoom La Guadeloupe - 13 et 14 septembre 2004 - La dépression tropicale <i>Jeanne</i>	13
Zoom La Guadeloupe - 21 novembre 2004 - Le séisme des Saintes	14
Politique Le risque sismique en France - De la réglementation à l'élaboration du plan Séisme	16
<i>La France face au risque sismique</i>	
<i>L'action des pouvoirs publics</i>	
<i>Le plan Séisme</i>	
Éléments de comparaison Les événements français aux XX ^e et XXI ^e siècles	22
<i>Tableau des événements français aux XX^e et XXI^e siècles</i>	
Zoom La Martinique - 8 mai et 30 août 1902 - Les éruptions volcaniques de la montagne Pelée ..	25
Éléments de comparaison Les catastrophes majeures en Europe et dans le monde aux XX ^e et XXI ^e siècles	31
<i>Tableau des catastrophes majeures en Europe aux XX^e et XXI^e siècles</i>	
<i>Tableau des catastrophes majeures dans le monde aux XX^e et XXI^e siècles</i>	
Bilans Les événements mondiaux en 2004	36
<i>Tableau des événements mondiaux de 2004</i>	
<i>Éléments d'analyse globale</i>	
Zoom 26 décembre 2004 - Le séisme de Sumatra et le tsunami dans l'océan Indien	40
Zoom 12 novembre 1970 - La marée de tempête du Bangladesh	42
Politique Contribuer à la prévention du risque de tsunami La composante « tsunami » du plan Séisme	43
Annexe Glossaire et références bibliographiques	45



Préambule

Plusieurs analyses, dont celle développée par la Mission d'inspection spécialisée de l'environnement (MISE¹), ont souligné la nécessité de structurer et développer le retour d'expérience dans le domaine des risques naturels. Cette démarche a permis des progrès importants pour l'étude des risques technologiques, chimiques ou nucléaires.

L'objectif poursuivi par le présent document est d'informer le plus largement possible les services et opérateurs institutionnels d'une part, le grand public d'autre part², sur la nature, les conséquences et le constat que l'on peut tirer brièvement des principaux événements naturels dommageables survenus en France et dans le monde en 2004.

Ce bilan de l'année écoulée dans le domaine des risques naturels, réalisé par la cellule de retour d'expérience du ministère de l'Écologie et du Développement durable (MEDD), illustre également cette année deux événements majeurs en France et dans le monde au XX^e siècle.

Dans la continuité de l'édition 2004 qui portait sur les « événements dommageables en France et dans le monde en 2003 », et présentait un point spécifique sur le risque sismique en France, cet ouvrage apporte un éclairage sur le plan Séisme.

Le présent document n'a pas vocation à tirer tous les enseignements des événements 2004, mais il contribue à conforter une analyse globale de ces événements.

Les événements naturels examinés dans cet opuscule sont de nature très diverse : inondations, mouvements de terrain, tempêtes, cyclones, séismes, etc.

Pour la France, les dommages qui s'y rattachent relèvent d'un dispositif assurantiel classique (garantie tempête, ouragan, cyclone, grêle, poids de la neige) ou du dispositif des catastrophes naturelles (inondations, mouvements de terrains, cyclones/ouragans les plus violents, etc.) institué par la loi du 13 juillet 1982 modifiée.

Sur le plan international, l'année 2004 a été tout particulièrement marquée par le tsunami de l'océan Indien du 26 décembre. D'une ampleur sans précédent, cet événement nous interpelle quant aux risques de cette nature en France métropolitaine et d'outre-mer. Il nous interpelle aussi sur l'ensemble des dispositifs permettant d'en atténuer les conséquences. La nouvelle composante « tsunami » du plan Séisme est ainsi présentée.

¹ - Cette mission est désormais intégrée au sein du service de l'Inspection générale de l'environnement - SIGE.

² - Ce document sera mis en ligne sur le site internet www.prim.net du ministère de l'Écologie et du Développement durable (MEDD).

Les éléments de référence

Méthodologie

■ L'échelle de gravité des dommages

Il s'agit d'une table à double entrée qui range les événements naturels en six classes, depuis l'incident jusqu'à la catastrophe majeure.

Les six classes sont répertoriées selon cinq seuils, pour les dommages humains d'une part, pour les dommages matériels d'autre part.

La classe retenue de l'événement est celle qui correspond à l'impact humain ou matériel le plus élevé. Ainsi, 3 morts et 50 M€³ correspondent à un événement de classe 3 ; 120 morts et 50 M€ correspondent à un événement de classe 4.

Les dommages matériels sont les dommages qui peuvent être couverts par une garantie d'assurance (tempête, ouragan, cyclone, grêle, poids de la neige, catastrophe naturelle), mais aussi les dommages aux biens publics, aux infrastructures, aux réseaux, à l'environnement qui font rarement l'objet de tels contrats.

Pour les événements internationaux, et lorsque les dommages sont mentionnés en dollars américains, la conversion adoptée est de 1 € pour 1,25 \$, ce qui correspond à un taux moyen pour l'année 2004.

■ Les échelles d'intensité par type de phénomènes naturels

La nécessité de faire construire par type de phénomènes naturels un ensemble d'échelles d'intensité répond à une double exigence :

- caractériser *ex-post* le potentiel dommageable d'un événement naturel et ainsi analyser l'évolution de la vulnérabilité locale en y associant les dommages réellement constatés ;
- évaluer à un instant donné les vulnérabilités respectives de territoires confrontés à des événements de même intensité.

Ce travail s'est appuyé sur les définitions et éléments méthodologiques suivants⁴ :

- les **niveaux** d'une l'échelle correspondent aux seuils de la grille d'analyse, et donc à la séparation des **classes**. Ainsi, une échelle en cinq niveaux correspond à six classes ;
- un **événement** est la manifestation d'un **phénomène** naturel dont les conséquences dommageables pour différents enjeux sont observables et/ou mesurables ;
- l'**endommagement** d'un enjeu est l'observation du potentiel destructeur du phénomène. C'est le résultat de la sollicitation physique imposée à l'enjeu qui joue alors le rôle de « capteur ».

Classe	Dommages humains	Dommages matériels
0 Incident	Aucun blessé	Moins de 0,3 M€ (moins de 2 MF)
1 Accident	1 ou plusieurs blessés	Entre 0,3 M€ et 3 M€ (entre 2 MF et 20 MF)
2 Accident grave	1 à 9 morts	Entre 3 M€ et 30 M€ (entre 20 MF et 200 MF)
3 Accident très grave	10 à 99 morts	Entre 30 M€ et 300 M€ (entre 200 MF et 2GF)
4 Catastrophe	100 à 999 morts	Entre 300 M€ et 3 G€ (entre 2 GF et 20 GF)
5 Catastrophe majeure	1000 morts ou plus	3 G€ ou plus (20 GF ou plus)

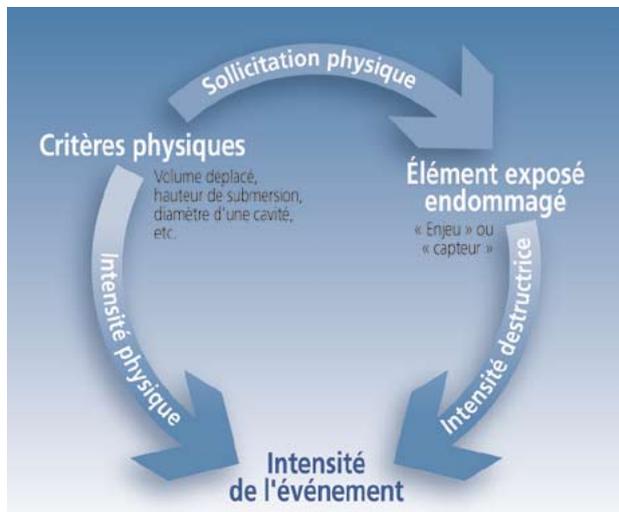
Source : Mission d'inspection spécialisée de l'environnement (mai 1999).

3 - M€ ou MF : million d'euros ou de francs, G€ ou GF : milliard d'euros ou de francs.

4 - Extrait de l'étude confiée par le MEDD à GSC, CEMAGREF et Météo-France. Voir bibliographie.



Le schéma conceptuel d’attribution d’une classe d’intensité se présente de la manière suivante :



Ce schéma, développé pour les mouvements de terrain, a été adapté en fonction des autres phénomènes naturels, selon le type de leur manifestation, de la nature de leur endommagement pour différents enjeux. Il illustre la double caractérisation en intensité des événements dommageables.

Une méthodologie commune pour l’ensemble des aléas

Une méthodologie commune a été mise en place afin d’homogénéiser au mieux les échelles. Ainsi, les **types d’enjeux standard** définis sont les personnes, les bâtiments, les infrastructures et ouvrages, les espaces naturels et agricoles.

Une analyse du type d’endommagement pour ces différents enjeux, en fonction des aléas, peut être effectuée à partir de données disponibles (bases de données publiques, coupures de presse, etc.).

Pour la définition des **critères physiques**, sont exclus les paramètres non mesurables *in situ* ou les critères basés sur la fréquence (à l’exception des inondations de plaine), les critères de cinématique et ceux de gravité économique ou monétaire, de dangerosité humaine.

La **forme générale des échelles** est basée sur le modèle HAZUS® (Hazards US) développé par l’Agence fédérale de gestion de crise (FEMA), en cinq classes.

La grille d’échelle standard [ci-dessous] définie dans le cadre de ce travail s’établit en six classes (par analogie avec la grille d’analyse de la gravité des dommages [page précédente]).

La première colonne permet de donner une équivalence avec une éventuelle échelle existante en usage telle que EMS98 pour les séismes, Fujita pour les trombes ou Saffir-Simpson pour les ouragans/cyclones.

La colonne « Autres critères » permet éventuellement de prendre en compte des éléments spécifiques aux aléas. Y sont notamment mentionnés des ordres de grandeur de vitesses de déplacement des masses, non mesurables *a posteriori*, pour l’échelle des glissements de versants.

La grille d’échelle standard

Échelle existante	Classe	Paramètres physiques (ordre de grandeur)	Échelle teintes graphiques	Effets prévisibles sur les enjeux				Autres critères
				Personnes	Bâtiments	Infrastructures et ouvrages	Espaces naturels et agricoles	
	1- Très faible		10 %					
	2- Faible		20 %					
	3- Moyen		40 %					
	4- Elevé		60 %					
	5- Très élevé		80%					
	6- Exceptionnel		100%					

Un exemple : les tempêtes

Échelle existante : Beaufort	Classe	Paramètres physiques : Vent (10 min) en km/h	Échelle teintes graphiques	Dommages potentiels sur les enjeux			Autres critères ou illustrations
				Personnes	Bâtiments et infrastructures	Milieux naturels et agricoles	
5-6	1 Très faible	29-49	10 %	La marche est gonflée par les cotés puis gênée. L'usage du parapluie est difficile. La vision est gênée.	Les fils télégraphiques sifflent.	Les abeilles et les mouches restent au sol. Il y a peu de petits percheurs en vol. Les grandes branches sont agitées. Les feuilles et les graines s'envolent. La mer est houleuse à très houleuse. De petites vagues avec crête se forment sur les eaux intérieures.	  <i>Les bateaux prennent 2 ris</i>
7-8	2 Faible	50-74	25 %	La marche est très gênée à très difficile.	Premiers dégâts légers aux habitations.	Les papillons et les petits percheurs restent au sol. Les arbres entiers sont agités. Les parties détachables des plantes sont emportées. Des brindilles puis des petites branches cassent. Les vagues sont grosses à très grosses.	  <i>Les voiliers restent au port</i>
9-10	3 Moyenne	75-102	50 %	La marche des enfants, puis des adultes, devient impossible	Les ardoises et les tuyaux de cheminée sont arrachés. Graves dégâts aux habitations	Tous les insectes, puis les oiseaux, restent au sol. Des branches cassent. Des arbres sont déracinés. Les vagues sont très grosses, puis la mer semble blanche.	  <i>Les bateaux de pêche ne sortent plus</i>
11	4 Elevée	103-117	75 %	Se tenir debout en extérieur devient impossible	Des toits entiers sont arrachés. Les bateaux de petit et moyen tonnage au large sont perdus de vue par instants. Dommages au mobilier urbain.	La mer est complètement recouverte de bancs d'écume blanche dans la direction du vent. Les vagues sont énormes. Forts dégâts aux espaces boisés et aux cultures. Des massifs forestiers sont dévastés.	 <i>Les navires de commerce ne sortent plus</i>
12 et plus	5 Exceptionnelle	118 et plus	100%	Danger extrême	Forts dégâts aux bâtiments. Cheminées arrachées, grues effondrées, véhicules renversés.	L'air est plein d'écume et d'embruns, la mer est entièrement blanche du fait des bancs d'écume dérivant. Des forêts entières sont abattues (chablis et volis nombreux). Les champs sont dévastés.	



■ Phénomènes et événements naturels

La typologie des phénomènes naturels

Cette typologie s'inscrit dans le cadre d'une nomenclature susceptible de s'ouvrir aux risques technologiques. Ceci explique la présence d'un « 1 » supplémentaire comme premier chiffre, le « 2 » étant réservé aux risques technologiques.

1.1 Inondation
1.1.1 Par une crue (débordement de cours d'eau)
1.1.1.1 Débordement lent
1.1.1.2 Débordement rapide (torrentiel)
1.1.2 Par ruissellement et coulée de boue
1.1.2.1 Rural (souvent accompagné de coulées de boue et d'eau boueuse)
1.1.2.2 Urbain ou péri-urbain (souvent accompagné d'eau boueuse)
1.1.3 Par lave torrentielle (torrent et talweg)
1.1.4 Par remontées de nappes naturelles
1.1.5 Par submersion marine
1.1.5.1 Houle, marée de tempête
1.1.5.2 Raz-de-marée, tsunami
1.2 Mouvement de terrain
1.2.1 Affaissement
1.2.1.1 Dû à des cavités anthropiques
1.2.1.2 Dû à des cavités naturelles
1.2.2 Effondrement
1.2.2.1 Localisé (fontis) dû à des cavités anthropiques
1.2.2.2 Localisé (fontis) dû à des cavités naturelles
1.2.2.3 Généralisé dû à des cavités anthropiques
1.2.3 Éboulement, chutes de pierres et de blocs
1.2.3.1 Chutes de pierres et de blocs
1.2.3.2 Éboulement en masse
1.2.3.3 Éboulement en grande masse (ou écroulement)
1.2.4 Glissement de terrain
1.2.4.1 Glissement
1.2.4.2 Coulées boueuses issues de glissement amont
1.2.5 Avancée dunaire
1.2.6 Recul du trait de côte et de falaises
1.2.6.1 Littoral - côte basse
1.2.6.2 Littoral - côte à falaise
1.2.6.3 Berges fluviales
1.2.7 Tassements différentiels
1.3 Séisme
1.4 Avalanche
1.5 Éruption volcanique
1.5.1 Coulées (ou intrusion) de lave
1.5.2 Coulées pyroclastiques
1.5.3 Retombées aériennes
1.5.4 Gaz
1.5.5 Lahars
1.6 Feu de forêt

1.7 Phénomène lié à l'atmosphère

1.7.1 Cyclone/ouragan (vent)
1.7.2 Tempête et grains (vent)
1.7.2.1 Tempête (vent)
1.7.2.2 Ligne de grains
1.7.2.3 Grains
1.7.3 Trombe (vent)
1.7.4 Foudre
1.7.5 Grêle
1.7.6 Neige et pluie verglaçante
1.7.6.1 Neige
1.7.6.2 Pluie verglaçante

La définition des événements naturels

Quelques définitions

Les phénomènes naturels dommageables sont appelés événements naturels. Les dommages correspondent à des atteintes aux personnes, aux biens, aux espaces naturels.

Un événement naturel peut être associé à un ou plusieurs phénomènes. Il est identifié sur la base de trois critères d'importance décroissante : le type du phénomène (ou des phénomènes) associé (associés), la période de réalisation de l'événement, l'extension spatiale de l'événement.

Le type du phénomène

Deux phénomènes distincts (séisme et inondation par exemple) conduisent à identifier deux événements distincts, même si certains critères comme la date et le lieu sont identiques.

Toutefois, lorsque les phénomènes « distincts » dommageables (cyclone, mouvement de terrain, inondation par exemple) sont liés, c'est-à-dire qu'ils se sont réalisés dans un même contexte géographique, et pendant une même période, et que l'un peut être considéré comme la conséquence de l'autre, l'événement naturel identifié est unique et relève de la catégorie du **phénomène naturel générateur de la typologie** : cyclone/ouragan, tempête, etc.

On peut citer comme exemples la tempête du 26 décembre 1999, celle des 27 et 28 décembre 1999 ou celle du 6 au 11 novembre 1982,

l'ouragan *Lenny* du 17 au 19 novembre 1999 ou le cyclone *Dina* du 22 au 23 janvier 2002.

Par ailleurs, lorsque des phénomènes sont « distincts » mais appartiennent à une même classe (inondation par une crue et inondation par ruissellement et coulée de boue, par exemple), la codification portera sur la seule classe du phénomène amont (ici : 1.1) **dès lors qu'ils se sont produits dans un environnement temporel et spatial homogène** (même période et extension spatiale cohérente par rapport au contexte climatique observé). On parlera ainsi des inondations par crue, ruissellement et coulée de boue du 16 au 19 décembre 1997.

La période de réalisation de l'événement

Si les types sont identiques, c'est ensuite la période « enveloppe » de survenance qui intervient. Si les deux enveloppes sont disjointes, il s'agit d'événements distincts.

Toutefois, lorsque les enveloppes sont peu disjointes (une à deux journées), et si - et seulement si - des phénomènes de même nature affectent des zones importantes (une dizaine de communes ou 100 km²) **faiblement dispersées**, l'événement est considéré comme unique.

L'extension spatiale de l'événement

Elle concerne le cas des phénomènes de type inondations, séismes, tassements différentiels, et atmosphériques.

Lorsque des phénomènes dommageables de même type se produisent de façon synchrone ou quasi synchrone (enveloppes identiques ou faiblement distinctes) mais sur des secteurs géographiques **fortement dispersés**, il y a lieu de bien séparer les événements.

Font toutefois exception les inondations générées par des situations orageuses généralisées, organisées (lignes de grains) ou non, et affectant pendant la même période (vingt-quatre heures) des secteurs parfois très dispersés.

■ L'analyse temporelle des « catastrophes naturelles »

Il est d'usage de repérer sur une carte, l'emprise géographique d'un événement catastrophique (selon le dispositif relevant de la loi du 13 juillet 1982 modifiée) de type « inondations et coulées de boue » ou « inondations par remontée de nappe phréatique »⁵. Il est moins naturel d'opérer une analyse temporelle de ces événements par un comptage quotidien du nombre de communes en état de catastrophe naturelle.

Pourtant, cette analyse offre l'avantage d'identifier, par l'ampleur des pics qui se dessinent, l'importance relative de la ou des inondations qui s'y rattachent. Toutefois, cette pratique n'a de sens que si elle se limite à un espace géographique homogène soumis à *des contraintes hydrométéorologiques* de même nature. À défaut, l'identification d'un seul pic pourra correspondre à plusieurs inondations regroupant chacune plusieurs dizaines de communes, mais distantes, parfois, de plusieurs centaines de kilomètres.

La propriété qui est ici utilisée est celle de l'événement naturel défini d'abord par sa nature (« inondation et coulée de boue », « inondations par remontée de nappe phréatique », etc.), puis par sa manifestation synchrone sur un ensemble de communes plus ou moins regroupées mais dont l'enveloppe dépasse parfois largement le cadre du département.

Le report cartographique peut naturellement venir affiner l'analyse initiale, par l'identification par exemple de la zone (ou des zones) d'impact (un ou plusieurs « épices »).

Dans le cas de phénomènes orageux (précipitations très intenses), ces zones d'impact peuvent être éclatées ; dans le cas de phénomènes « frontaux » (précipitations modérées), l'impact est généralement monobloc.

Il faut toutefois bien garder à l'esprit que certains événements très intenses, peuvent ne toucher

5 - Terminologie utilisée dans les intitulés des arrêtés portant constatation de l'état de catastrophe naturelle.



qu'un nombre limité de communes et être toutefois à l'origine de dommages très importants. Cela est généralement le cas pour des communes à grande extension spatiale et présentant de forts « enjeux ». C'était le cas le 19 septembre 2000 dans les Bouches-du-Rhône (10 communes touchées), contrairement à Nîmes le 3 octobre 1988 (76 communes touchées).

Le graphique présenté au chapitre suivant vient étayer le tableau de synthèse produit. Ce graphique est relatif aux événements « inondations et coulées de boue ». En abscisse est reportée la date, en ordonnée est reporté le nombre de communes sinistrées.

Ce type d'analyse réalisé sur une période de trois ans de 1997 à 1999, pour les « inondations et coulées de boue » a dégagé dix-huit événements remarquables, correspondant à plus de 75 communes touchées un jour donné. Ces dix-huit événements englobent les onze événements identifiés par la Caisse centrale de réassurance (CCR) comme ayant donné lieu à au moins dix millions d'euros de remboursement.

Par ailleurs, le niveau de remboursement – au-delà d'un certain seuil – est assez bien corrélé avec le niveau des pics les plus intenses, c'est à dire avec les valeurs cumulées les plus élevées de communes touchées (inondations dans l'Aude, le Tarn, les Pyrénées-Orientales, l'Hérault et l'Aveyron du 12 au 14 novembre 1999 ou inondations liées aux tempêtes du 25 au 29 décembre 1999).

Ce type d'analyse constitue donc un moyen d'apprécier assez rapidement l'impact catastrophique relatif des événements naturels dommageables, compte tenu toutefois des précautions d'usage pour la prise en compte des spécificités liées aux communes à grande extension spatiale et présentant de forts enjeux.

■ *L'analyse spatiale des « catastrophes naturelles »*

L'analyse spatiale des « catastrophes naturelles » permet de rendre compte, sur une période donnée, de la répartition des différents événements dommageables sur le territoire national. Plusieurs classes sont représentées selon que la commune concernée ait été reconnue 1 (une classe), 2 (2 classes), 3 (3 classes) ou au moins 4 fois (4 classes) en état de catastrophe naturelle dans l'année.

Une analyse comparative de ce type est réalisée au chapitre suivant relatif aux événements français 2004.

■ *L'espace « Retour d'expérience » du site www.prim.net*

L'espace « Retour d'expérience » de www.prim.net est accessible à l'adresse suivante : <http://www.prim.net/professionnel/documentation/documentation.html>

On y trouvera une documentation générale relative à la prévention des risques majeurs, incluant les éditions 2002, 2003 et 2004 des « Événements dommageables en France et dans le monde ». Par ailleurs, la rubrique « Retour d'expérience » rassemble :

- la caractérisation des événements naturels dommageables (éléments de référence) ;
- les rapports généraux sur les événements passés ;
- les fiches sur des événements historiques ;
- les rapports liés à un événement historique ;
- la méthodologie ;
- les bases de données sur les événements dommageables depuis 1900 en France (classes 4 et 5) et dans le monde (classe 5).



Les événements français en 2004

Bilan

Ces événements concernent a priori la France métropolitaine, les départements et territoires d'outre-mer, la Nouvelle-Calédonie.

Seuls les événements de classe 2 ou plus ont été répertoriés. Les départements sont parfois identifiés seulement par leur code minéralogique.

Les événements à répertorier concernent à la fois les inondations, dont il sera possible de préciser et de quantifier - même sommairement - l'importance par le type d'analyse présentée au chapitre précédent (analyse temporelle), mais aussi les mouvements de terrain (affaissement, effondrement, éboulement, glissement, etc.), les séismes, les avalanches, les éruptions volcaniques, les feux de forêts et les phénomènes dommageables directement liés à l'atmosphère (cyclone/ouragan, tempête et grains, trombe, foudre, grêle, neige et pluies verglaçantes).

Ces événements relèvent du dispositif des catastrophes naturelles (inondations, mouvements de terrain, etc.) ou de garanties spécifiques, contrac-

tuelles, ne faisant pas appel à la solidarité nationale (tempête, cyclones peu intenses [dommages liés au vent], poids de la neige, grêle, etc.)

Dans ce document, les avalanches ne sont pas prises en compte lorsqu'elles affectent des personnes évoluant hors du domaine skiable, comme aux Orres le 23 janvier 1998 (11 morts).

Enfin, c'est la typologie la plus fine de l'événement qui est retenue (exemple : 1.7.2.1 pour une tempête).

La durée de retour d'un phénomène

Dans les tableaux et commentaires qui suivent, « Dr » signifie *durée de retour*.

Une durée de retour de 10 ans (*crue décennale*) signifie que sa probabilité de survenance est d'une fois sur dix pour une année donnée, mais qu'elle a 65 % de « chance » de se produire au moins une fois sur dix ans.

Pour une crue *centennale* (Dr de 100 ans), la probabilité de survenance est d'une fois sur cent pour une année donnée, mais que la crue a 65 % de « chance » de survenir au moins une fois sur cent ans.

On parlera également de crue *vicennale* (Dr de 20 ans), *trentennale* (30 ans), *cinquantennale* (50 ans), etc.

Date	Nature	Lieu(x)	Conséquences	Classe	Commentaires	réf.
12 au 17 janvier	Inondations 1-1.1	Loir-et-Cher, Sarthe	29 communes reconnues en état de catastrophe naturelle dont 19 dans la Sarthe	2	Des précipitations de 50 à 60 mm en 48 h, crue décennale de la Braye à Sargé et cinquantennale à Valenne le 13 janvier, le Loir (Dr 20 ans à La Chartre, 10 ans à la Flée), le Vègre et l'Erve (Dr 20 et 50 ans le 14/01).	AFP Cat-Nat
12 janvier	Vents violents 1-7.2	Val d'Oise	1 mort à Haravilliers, 1 blessé à Argenteuil	2	Une automobiliste de 50 ans est tuée par la chute d'un arbre sur sa voiture à Haravilliers (Val-d'Oise), 1 blessé à Argenteuil.	AFP
13 janvier	Vents violents 1-7.2	Indre-et-Loire	1 mort à Vouvray	2	Un maçon de 38 ans est tué à Vouvray (Indre-et-Loire) après l'effondrement d'un mur causé par les forts vents (90 km/h) et pluies qui se sont abattus toute la journée sur la région.	AFP
13 au 14 janvier	Inondations 1-1.1	Meurthe-et-Moselle	16 communes reconnues en état de catastrophe naturelle	1/2	Épisodes pluvieux avec des précipitations d'intensité variable selon la localisation ; Dr décennale en 24 et 48 h à Blamont et Saint-Quirin et en 48 h à Pulligny ; crue de la Vezouve (Dr entre 20 et 50 ans) à Luneville et Thebaumenil ; crue décennale de la Meurthe à Damelevières.	AFP

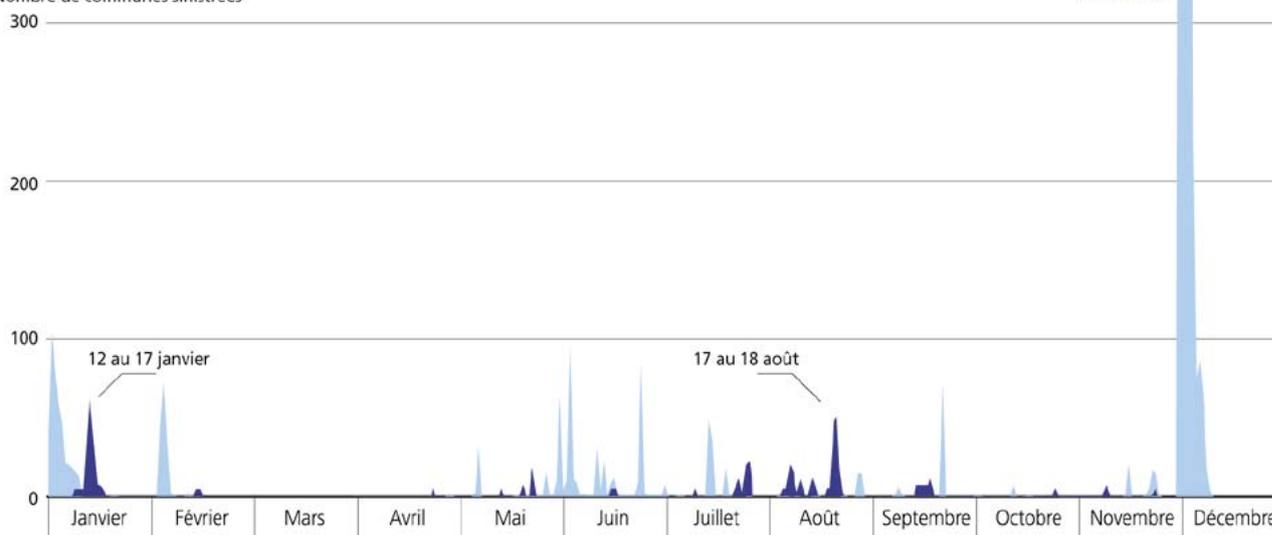


Date	Nature	Lieu(x)	Conséquences	Classe	Commentaires	réf.
30 janvier	Éboulement 1-2.3	Isère	2 morts	2	Les corps de deux personnes sont retrouvés dans leur voiture ensevelie sous un éboulement rocheux dans les gorges de la Bourne. Entre 200 et 300 tonnes de rochers se sont décrochés de la paroi surplombant la RD531 qui relie Villard-de-Lans à Pont-en-Royans, provoquant un éboulement sur près de cent mètres de la voie.	AFP
6 au 8 avril	Feux de forêt 1-6	Var	620 ha de forêts brûlés	1/2	Feu attisé par un fort mistral.	AFP
21 juillet	Foudre 1-7.4	Allier	1 mort	2	Une jeune scoute de 14 ans est tuée par la foudre dans une forêt de l'Allier, près de Moulins.	AFP
11 août	Mini-tornade 1-7	Morbihan	1 mort, 8 blessés	2	Une mini tornade sur la petite île bretonne d'Houat (Morbihan) cause la mort d'un homme de 29 ans, tombé d'une falaise, et dévaste un camping et de nombreux bateaux.	AFP
17 août	Rafales de vent 1-7	Bouches-du-Rhône, Hérault	4 morts, 2 blessés	2	Les fortes rafales de vent dans l'Hérault et les Bouches-du-Rhône font quatre morts à Marseillan, Mauguio, Vias (Hérault) et aux Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône), un disparu à Marseillan et un à La Tamarissière (Hérault), morts par noyades ou arrêt cardiaque.	AFP
17 août	Inondation 1-1.1	Ardèche	1 mort 35 communes reconnues en état de catastrophe naturelle	2	Système convectif violent de type « panache » constitué d'une demi-douzaine de cellules orageuses occasionnant des précipitations très intenses. Les pluies relevées en 6h à Lanas sont de 106,8mm (Dr 20 ans), 280 mm en 24 h à Antraigues (Dr > 50 ans). Une jeune fille de 19 ans, séjournant dans un camping près d'Aubenas, meurt emportée par la Beaume en crue.	AFP
17 au 18 août	Inondation 1-1.2	Gard	16 communes reconnues en état de catastrophe naturelle	1/2	Une ligne orageuse stationnaire se forme suivant un axe Nîmes-Orange pour une durée de trois à quatre heures. 169 mm à Tavel, 164 mm à Roquemaure, 167 mm à Remoulins.	
18 août	Rafales de vent 1-7	Aude	1 mort	2	Une femme d'une soixantaine d'années se noie à la plage de Saint-Pierre-sur-Mer, sur la commune de Fleury-d'Aude (Aude), au nord-est de Narbonne	AFP

Analyse temporelle des événements « inondations et coulées de boue » en 2004

France métropolitaine et départements d'outre-mer. Pour comparaison, l'année 2003 est présentée en clair en arrière-plan.

Nombre de communes sinistrées



Source : MEDD/SDPRM/ base Corinte au 1^{er} avril 2005.

Date	Nature	Lieu(x)	Conséquences	Classe	Commentaires	réf.
18 août	Tempête 1-7.2	Loire- Atlantique	1 mort	2	Une sexagénaire se noie au large de la plage de Lerat, à Piriac-sur-mer (Loire-Atlantique), près de La Baule	AFP
18 août	Rafales de vent 1-7	Doubs	1 mort	2	Un homme de 67 ans se noie dans le lac de Saint-Point après que son voilier a chaviré en raison d'un coup de vent	AFP
13 au 14 septemb.	Inondation et glissement de terrain 1-1.1	Guadeloupe	9 communes reconnues en état de catastrophe naturelle	1/2	<p>Le 13 septembre, une onde tropicale en approche de l'arc antillais se transforme en dépression (DT11) en fin d'après-midi et passe sur la Guadeloupe au cours de la nuit. Des précipitations à caractère continu qui l'accompagnent prennent un caractère orageux sur le versant sous le vent de la Basse-Terre. Des intensités de pluie très importantes sont relevées sur cette région et sur l'île de Marie-Galante. La DT11 se transforme en tempête tropicale le 14 septembre.</p> <p>Le 13 septembre : 220 mm à Pointe-Noire en 24 h (Dr > 50 ans); 233 mm en 24 h à Deshaies (Dr 155 ans); 97 mm en 1 h à Baillif et 89 mm à Basse-Terre (Dr > 50 ans).</p> <p>Crues centennales sur les rivières de Baillif, Gourbeyre, Saint-Claude, Pointe-Noire, Bouillante et Deshaies, Vieux-Habitants et Sainte-Claude.</p> <p>Deux glissements de terrain sur la commune de Pointe-Noire.</p>	cat- Nat
28 octo- bre	Inondations 1-1.2	Var	1 mort	2	Suite à d'importantes précipitations, un adolescent est emporté par des trombes d'eau dans une canalisation à Carnoules.	AFP
21 novembre	Séisme 1-1.3	Guadeloupe	1 mort, 2 blessés	2	<p>Le plus important séisme (magnitude 6.3) depuis plusieurs dizaines d'années dans ces régions, entre les îles de la Guadeloupe et de la Dominique, se produit le long d'une faille de direction nord-ouest/sud-est, à l'aplomb de l'ancien volcan sous-marin de Roseau à 14 km de profondeur, à une distance à peu près identique des îles de Terre-de-Haut et Terre-de-Bas (13-15 km), à 27 km de Grand-Bourg de Marie-Galante et de la pointe sud de la Basse-Terre.</p> <p>Ce séisme est issu d'une déformation en extension de l'arc au sein de la plaque caraïbe, à l'ouest des îles. En 2004, il n'a pas été observé de sismicité anormale précédant la crise de novembre (séisme de magnitude 3.0 le 2 août). Le séisme du 21 novembre à 7 h 41 est précédé moins de deux minutes avant d'un précurseur de magnitude 3.1. Il provoque d'importants dégâts dans l'île Terre-de-Bas, située à proximité de l'épicentre du séisme et sur la Basse-Terre de Guadeloupe. Plus de 22 000 répliques sont enregistrées (magnitude entre 1.0 et 5.7).</p> <p>Une vingtaine de maisons sont effondrées à Terre-de-Bas, plus de 30 % des logements sont fissurés et ont été évacués.</p> <p>L'intensité VIII a été observée aux Saintes, à Terre-de-Haut et à Terre-de-Bas, ce qui en fait la plus forte intensité atteinte en Guadeloupe depuis le séisme de 1897 à Pointe-à-Pitre. À Marie-Galante et au sud de la Basse-Terre, l'intensité est estimée à VI-VII. L'intensité diminue progressivement jusqu'à IV-V lorsqu'on se rapproche du nord de la Basse-Terre. En Grande-Terre, les intensités vont de V au sud (Pointe-à-Pitre, Saint-Anne, Saint-François) à IV ou IV-V au nord. Cet événement avait été précédé, le 18 novembre, par de fortes précipitations qui ont fragilisé les sols.</p>	AFP Cat- Nat
17 décembre	Tempête 1-7.2	Normandie, Picardie, Ardennes, Île-de-France	6 morts	2	<p>Tempête dans le nord de la France où, à l'intérieur des terres, les vents les plus forts concernent l'Oise, la Somme et l'Aisne, avec des rafales atteignant 120 à 140 km/h.</p> <p>6 morts (Aisne 2, Paris 1, Oise 1, Yvelines 1, Somme 1) dont 4 en Picardie, 385 000 foyers privés d'électricité.</p>	AFP

Les événements identifiés dans ce tableau conduisent à un bilan de 22 victimes. Des vents violents (rafales, mini-tornades ou tempêtes) sont à l'origine de la majorité de ces disparitions.

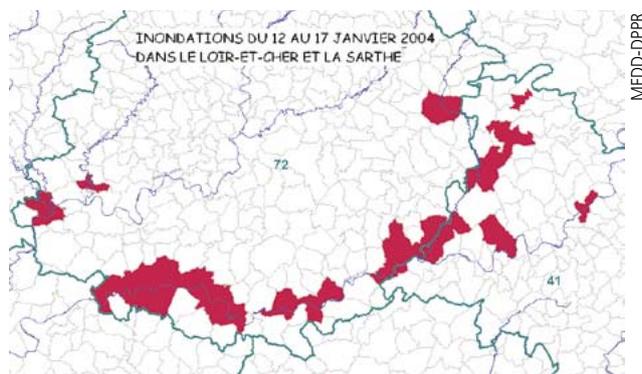


■ Analyse spatiale des événements « inondations et coulées de boue »

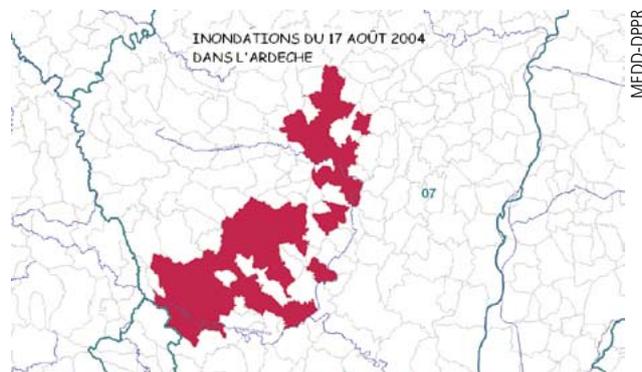
Si les deux années précédentes avaient été marquées par les inondations catastrophiques dans le sud-est de la France en 2002 et sur un territoire plus vaste (bassins Rhône-Méditerranée-Corse, Adour-Garonne et Loire-Bretagne) en décembre 2003, les inondations enregistrées en 2004 ont été plus locales et d'une moindre ampleur.

Les principales séquences dommageables « inondations » couvrent les périodes suivantes :

- du 12 au 17 janvier dans le Loir-et-Cher et la Sarthe (classe 2) ;
- du 13 au 14 janvier dans la Meurthe-et-Moselle (classe 1/2) ;
- le 17 août dans l'Ardèche (classe 2) ;
- du 17 au 18 août dans le Gard (classe 1/2).



D'importantes précipitations ont touché les départements du Loir-et-Cher et de la Sarthe pendant six jours. Elles ont provoqué le débordement de plusieurs cours d'eau notamment la Braye (crue cinquantennale à Valenne), le Loir (crue vicennale à la Chartre), le Vègre et l'Erve. 29 communes ont été reconnues en état de catastrophe naturelle.

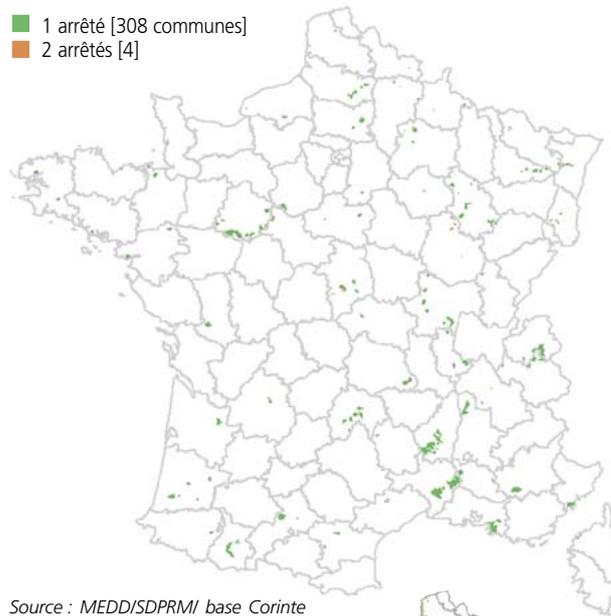


De violents orages accompagnés de précipitations intenses sont à l'origine des inondations qui ont affecté 35 communes de l'Ardèche le 17 août. Il est tombé 280 mm de pluie en 24 h à Antraigues. Une campeuse a été emportée par une rivière en crue près d'Aubenas.

Inondations et coulées de boue survenues en 2004

Nombre d'arrêtés Cat-Nat par commune au titre des ICB.

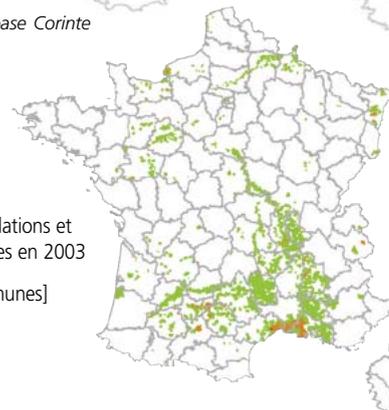
- 1 arrêté [308 communes]
- 2 arrêtés [4]



Source : MEDD/SDPRMI base Corinte au 1^{er} avril 2005.

Pour comparaison : inondations et coulées de boue survenues en 2003

- 1 arrêté [1 914 communes]
- 2 arrêtés [94]
- 3 arrêtés [1]
- 4 arrêtés [0]



■ Éléments d'analyse globale

L'année 2004 fut marquée principalement par :

- les inondations du 12 au 17 janvier ;
- les inondations du 17 août dans l'Ardèche ;
- la dépression tropicale *Jeanne* du 13 au 14 septembre en Guadeloupe ;
- le séisme des Saintes le 21 novembre en Guadeloupe ;
- la tempête du 17 décembre dans le nord de la France.

La Guadeloupe - 13 et 14 septembre 2004

La dépression tropicale Jeanne

Zoom

Le 13 septembre 2004, une onde tropicale se transforme en dépression tropicale *Jeanne* en approchant l'arc antillais. Elle passe sur la Guadeloupe au cours de la nuit et est accompagnée de fortes précipitations continues qui persistent jusqu'au lendemain. Elles ont un caractère orageux sur le versant sous le vent de la Basse-Terre où sont enregistrés les cumuls de pluie les plus élevés. À Pointe-Noire, 220 mm sont relevés en 24 h le 13 septembre, ce qui représente une durée de retour de 50 ans. Ces fortes précipitations sont à l'origine de débordements de cours d'eau. L'occurrence de ces crues est centennale sur certaines rivières qui traversent les communes de Bouillante et Deshaies.

Par ailleurs, ces pluies ont occasionné des glissements de terrain et coulées de boue sur plusieurs communes dont Pointe-Noire.

Le 14 septembre la dépression se transforme en tempête tropicale et atteint les côtes haïtiennes le 18 septembre. Les inondations toucheront alors tout particulièrement les Gonaïves (nord-ouest



Le cyclone Jeanne, quelques jours après son passage près de la Guadeloupe.

d'Haïti) où plus de 2 500 morts seront dénombrés. Devenue ouragan, *Jeanne* touchera la Floride le 25 septembre et occasionnera de nouveaux dégâts matériels et une dizaine de morts.

Source : NOAA





La Guadeloupe - 21 novembre 2004 Le séisme des Saintes

Zoom

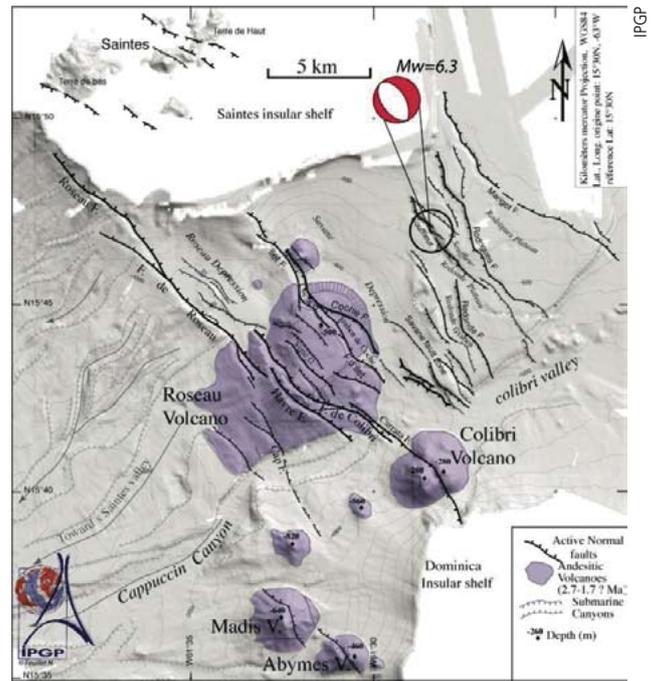
Un séisme de magnitude 6,3 s'est produit le 21 novembre à 7 h 41, heure locale, dans l'arc des petites Antilles. C'est le séisme qui a fait le plus de dégâts (intensité épiscopentrale VIII) en Guadeloupe depuis 1897. Il a été suivi par près de 22 000 répliques entre novembre 2004 et avril 2005.

Il faut rappeler que des séismes de magnitude et d'intensité beaucoup plus fortes [tableau ci-contre] se sont déjà produits et se reproduiront à l'avenir aux Antilles.

Date	Magnitude
1843	8
1851	6
1897	6
1914	7,4
2001	5,2

Le Centre de données sismologiques des Antilles (CDSA) a localisé l'épicentre du séisme en mer, au sud-est des îles des Saintes, à environ 15° 45' de latitude nord et 61° 32' de longitude ouest.

Les mécanismes au foyer donnés par l'USGS, le réseau Geoscope de l'IPGP et le catalogue CMT Harvard sont peu différents les uns des autres. Nous donnons ici le mécanisme du catalogue CMT Harvard. Il indique une faille normale selon une direction N135° compatible avec la direction moyenne des failles du système des Saintes.



Selon le plan nodal choisi, le pendage de la faille est soit vers le NE soit vers le SO. Il ne s'agit pas d'un séisme de subduction mais d'un séisme dit « intra-plaque » sur une faille superficielle de la plaque caraïbe. Selon les observations locales, un petit raz-de-marée (tsunami) s'est produit près des côtes de l'archipel des Saintes et du sud de Basse-Terre.



Dégâts du séisme de la Guadeloupe.



Le risque sismique en France

De la réglementation à l'élaboration du plan Séisme

Politique

■ La France face au risque sismique

Régulièrement des séismes frappent des villes entières : en 2003, les séismes de Bam, en Iran, et de Boumerdes, en Algérie, ont tué plus de 30 000 personnes au total ; celui d'Al Hoceima, au Maroc, en 2004, 630. Plus proche de nous, le séisme de Molise, en Italie, a fait 29 victimes en 2002, dont une classe entière d'écoliers.

En France, le séisme survenu au large de la Guadeloupe le 21 novembre dernier était d'une magnitude de 6,3. Il a entraîné la mort d'une fillette de trois ans écrasée par l'effondrement d'un mur à Trois-Rivières et causé plusieurs blessés graves. De nombreux bâtiments publics et des habitations ont été touchés. Sur la seule commune de Terre-de-Bas, plus de 30 % des habitations sont jugées irrécupérables. Sur place, les secours d'urgence ont été immédiatement mobilisés pour assurer l'hébergement des sinistrés, mettre en place des cellules de soutien psychologique aux habitants traumatisés et débloquer 200 000 € d'aide immédiate aux personnes. Parallèlement, les procédures d'indemnisation sont engagées dans le cadre du constat de l'état de catastrophe naturelle et du fonds de secours, propre à l'outre-mer, qui permet de prendre en compte les dégâts non assurés constatés chez les particuliers, les agriculteurs, les entrepreneurs individuels et les équipements publics.

En métropole, le séisme du 5 décembre 2004 de magnitude 5,1 qui a touché l'Alsace, en succédant à celui de magnitude 5,4 du 22 février 2003, rappelle que le risque est bien réel et imprévisible.

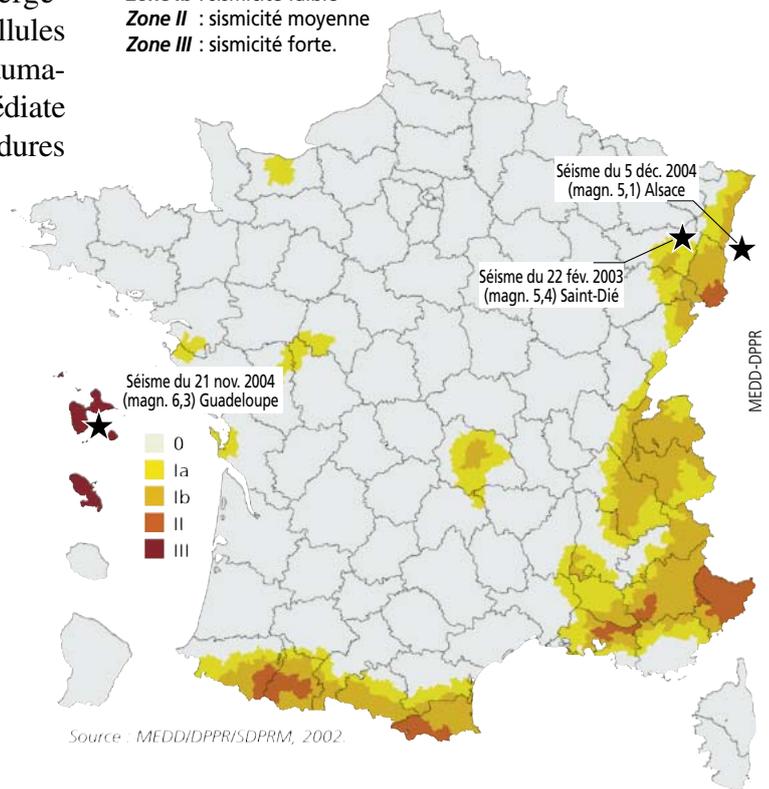
Ces circonstances malheureuses ont démontré l'intérêt de finaliser les PPR Risques sismiques et d'organiser la gestion de crise en amont. Les dégâts matériels importants ont mis en évidence l'intérêt de la construction parasismique ainsi que les lacunes qui existent dans de nombreuses constructions.

Un séisme important est possible et même probable en France métropolitaine comme aux Antilles. Il pourrait provoquer de nombreuses victimes et des dégâts importants.

Des scénarios ont été établis sur les effets des séismes qui pourraient survenir en France. Ces scénarios prennent en compte la vulnérabilité actuelle des sites observés :

Le zonage sismique de la France

- Zone 0** : sismicité négligeable mais non nulle
- Zone Ia** : sismicité très faible mais non négligeable
- Zone Ib** : sismicité faible
- Zone II** : sismicité moyenne
- Zone III** : sismicité forte.



- un séisme à Fort-de-France en Martinique, équivalent à celui de 1839, provoquerait jusqu'à 4 700 morts sur la commune ; en Guadeloupe, un séisme équivalent à celui de 1843 aurait comme conséquence jusqu'à 10 300 morts à Pointe-à-Pitre ;
- une estimation a été faite en 2004 sur un séisme à Nice, équivalent à celui de 1887. Il entraînerait jusqu'à 600 morts, 4 250 blessés, 40 000 sans abris, 7 milliards d'euros de coûts économiques directs pour cette seule ville ;
- un séisme du même type que celui qui est survenu le 11 juin 1909 à Lambesc, près de Salon-de-Provence dans les Bouches-du-Rhône, causerait sur la commune de 400 à 970 morts, de 1 850 à 5 650 blessés et 716 millions d'euros de coûts économiques directs (estimation de 1982) alors qu'en 1909, il avait fait 46 morts, 250 blessés, 230 à 380 millions d'euros de dégâts ;
- de même un séisme important à Mulhouse serait à l'origine de 230 morts, 2 120 blessés, 13 000 sans abris.

■ *L'action des pouvoirs publics*

Depuis vingt ans, l'État a pris des mesures importantes : une réglementation de la construction parasismique a été adoptée en 1992, le dispositif d'information du public et de prévention a été mis au point par deux lois en 1987 et 1995. Ces textes ont été renforcés par les lois de juillet 2003 sur les risques et d'août 2004 sur la sécurité civile.

Au-delà de l'aspect législatif et réglementaire, des actions importantes de prévention ont été réalisées par l'État contribuant ainsi à limiter l'accroissement de la vulnérabilité des personnes et des biens. Ces actions ont porté essentiellement sur la connaissance des risques et leur prise en compte dans l'aménagement, l'information et la communication ainsi que sur la construction. Ainsi, un portail internet du ministère de l'Écologie et du Développement durable, est dédié aux risques majeurs dont le risque sismique (www.prim.net). La situation aux Antilles est spécifiquement traitée au sein d'une structure



Tremblement de terre de Nice du 23 février 1887.

<http://msee.berkeley.edu/kozak/>

centrale regroupant tous les ministères concernés autour des ministères de l'Outre-Mer et de l'Écologie. Ce dispositif comprend également deux structures locales de projet pilotées par les préfetures des Antilles.

Cependant, la relative rareté des séismes graves sur le territoire national ne favorise pas la culture du risque. Les populations et les services publics n'apparaissent pas suffisamment préparés à affronter une situation qui, pourtant, s'est déjà rencontrée au XIX^e et au XX^e siècle.

À plusieurs reprises, les inspections générales et les spécialistes ont attiré l'attention des pouvoirs publics sur la mauvaise application des règles de prévention et de construction parasismique. C'est en partie lié au fait que le zonage sismique ne figure pas jusqu'à présent sur les documents d'urbanisme et que l'information n'est pas systématiquement délivrée au moment de l'accord du permis de construire.

■ *Le plan Séisme*

Devant les menaces précitées, le gouvernement a décidé d'agir par un plan Séisme déployé sur six ans. L'objectif est de réduire la vulnérabilité au risque sismique. Sa stratégie consiste à favoriser une prise de conscience des citoyens, des constructeurs et des pouvoirs publics, mais aussi de mettre en œuvre avec fermeté des dispositions déjà adoptées et de poursuivre l'amélioration des savoir-faire.



Établi dans un cadre interministériel, la déclinaison de ce programme associe étroitement les collectivités territoriales et la société civile pour finaliser et mettre en œuvre les actions opérationnelles de 2005 à 2010.

L'action est structurée selon quatre axes :

- mieux former, informer et connaître le risque ;
- améliorer la prise en compte du risque sismique dans les constructions ;
- concerter, coopérer et communiquer ;
- contribuer à la prévention du risque tsunami.

Le plan Séisme s'inscrit pleinement dans le cadre de la politique de développement durable et s'attache à responsabiliser les acteurs locaux. Il permet de préserver des vies humaines. En réduisant la vulnérabilité des personnes et des biens, il valorise le patrimoine national et améliore la qualité de la construction.

Mieux former, informer et connaître le risque

Des actions d'information du public et de formation des professionnels de la construction sont essentielles dans la politique de prévention du risque sismique. La méconnaissance du zonage sismique de la France et des règles parasismiques est préoccupante. La mise en œuvre sur les chantiers est un élément déterminant ; or elle méconnaît souvent les principes élémentaires de la construction parasismique, en particulier pour

les maisons individuelles. La formation portera tout autant sur les maîtres d'œuvre que sur les entreprises, y compris les plus petites. Les résultats attendus sont des constructions de bien meilleure qualité, réellement susceptibles de protéger leurs occupants.

Au-delà des professionnels, le développement de la connaissance du risque sismique auprès de la

population favorisera l'acquisition des réflexes de survie et incitera à la prise en compte des mesures de prévention. Le respect des règles de construction parasismique deviendra ainsi plus spontané.

Les actions portent sur l'information, la formation, la connaissance locale du risque et la capitalisation des connaissances.

En matière d'**information**, la stratégie repose sur une mobilisation de l'ensemble des acteurs depuis l'école jusqu'aux décideurs. Les collectivités territoriales seront appelées à contribuer dans le cadre de leurs responsabilités et de leurs compétences. À compter du second semestre 2006, une information sur les risques sera obligatoire lors de toute transaction immobilière, vente ou location. Les animateurs du programme devront trouver de nouveaux canaux pour faire passer le message de prise en compte du risque, utiliser au mieux les médias, multiplier les efforts d'éducation environnementale. L'emploi des nouvelles technologies de l'information et de la communication sera privilégié.

La **formation** (initiale et professionnelle) sera renforcée dans les métiers du bâtiment et un label de qualité de construction sera créé en 2006 ; cela devrait réduire notablement les anomalies constatées aujourd'hui.

En lien avec les élus locaux, les scénarios départementaux de risque sismique et les microzonages sismiques des villes les plus exposées seront réalisés afin d'accroître la connaissance locale du risque sismique. Cela concernera les départements les plus exposés. Ces travaux permettront d'une part, d'utiliser les fonds publics avec plus de précision en hiérarchisant les prescriptions des plans de prévention des risques (PPR) sismiques et d'autre part, de disposer d'une meilleure quantification locale des enjeux.

Une base de données nationale, relayée par le site internet *www.prim.net*, sera réalisée. Elle comportera des éléments de prévention du risque sismique (réglementation, connaissance du risque, techniques de construction, de diagnostic,



La chute du clocher d'Arette (Pyrénées-Atl.) à la suite du séisme du 13 août 1967.



Séisme de Lambesc (Bouches-du-Rhône) du 11 juin 1909.

de renforcement, compétences dans le domaine du génie parasismique, suivi des actions, etc.). Ce système national d'information permettra aux utilisateurs, tant professionnels que grand public, d'y trouver les informations utiles à la réalisation de leurs projets.

Améliorer la prise en compte du risque sismique dans les constructions

330 000 logements sont exposés au risque sismique aux Antilles et cinq millions sont concernés en France métropolitaine. Le développement économique et urbain des territoires exposés au risque sismique comme les dérives en matière de construction peuvent faire craindre une augmentation globale de la vulnérabilité de notre société.

Il convient de mettre en place un meilleur contrôle de la qualité de la construction en veillant au respect de la réglementation actuelle.

Il faut également tenir compte des avancées de la connaissance et des méthodes en mettant en œuvre le nouveau zonage sismique français et les nouvelles règles de construction parasismique issues des travaux de l'Union européenne à travers l'*Eurocode 8*. Les travaux sont déjà bien avancés et bénéficient de la mobilisation des scientifiques et experts des établissements publics et des services de l'État comme des professionnels de la construction.

Les actions en matière de construction porteront sur :

- **la mise en place d'un nouveau zonage sismique national** prenant en compte une approche probabiliste de l'aléa sismique devrait intervenir en 2006. Il est en cours de préparation et fera l'objet d'une concertation étroite avec les élus locaux. D'une part, le nombre de communes concernées par la réglementation parasismique devrait augmenter, d'autre part, les mouvements sismiques de référence seront ajustés : majorés pour certaines com-

munes et diminués pour d'autres par rapport au zonage sismique actuel ;

- **la mise à jour, en 2006, des règles de construction parasismique** par l'introduction des normes européennes *Eurocode 8* ; la recherche et la diffusion de solutions faciles à mettre en œuvre pour les constructions simples ;

- **la mise en place de mesures permettant de s'assurer que les règles parasismiques sont respectées** dans les constructions nouvelles :

- en 2005, un décret a étendu l'obligation pour les maîtres d'ouvrage de recourir à un contrôleur technique du bâtiment (article L.111-23 du Code de la construction et de l'habitation) pour les constructions nouvelles présentant les enjeux les plus importants ;

- le contrôleur technique devrait pouvoir intervenir dès les études préliminaires pour prévenir les conceptions architecturales inadaptées, disposer des calculs et plans de ferrailage en temps utiles pour pouvoir les vérifier et obtenir la collaboration de l'entreprise pour réaliser les contrôles d'exécution des ouvrages. Sauf en marchés publics, le contrôleur technique intervient rarement en amont du dossier de permis de construire. Pour les constructions soumises au contrôle technique, un décret sera proposé afin de rendre obligatoire, en zone sismique, la remise, avec le dossier de permis de construire d'un document



délivré par le contrôleur technique attestant que les plans ont pris en compte, dès la conception, les règles parasismiques. Le dossier sera déclaré incomplet si cette pièce n'est pas produite ;

• **le recensement des bâtiments recevant du public les plus menacés** : une grande partie des constructions existantes n'est pas construite selon les règles parasismiques. Les propriétaires seront encouragés à diagnostiquer et renforcer si nécessaire leurs constructions. La pertinence et les modalités d'incitations fiscales seront étudiées. Les préfets ont été chargés par une circulaire interministérielle du 26 avril 2002 de recenser les bâtiments recevant du public les plus menacés ainsi que de s'assurer que les bâtiments liés à la gestion d'une crise majeure (préfecture, forces d'intervention, hôpitaux, etc.) résisteraient à un séisme. Un rappel sera effectué et les actions induites par ce recensement seront intégrées dans le plan Séisme. Une actualisation de cette circulaire sera en outre étudiée. En concertation avec les collectivités territoriales, il pourrait par exemple être envisagé d'en étendre le champ aux bâtiments scolaires.

La meilleure prise en compte du risque sismique dans les constructions permettra de réduire le nombre de victimes lors des prochains séismes et de réduire le montant des dommages matériels.

Concerter, coopérer et communiquer

Le pilotage de la politique de prévention parasismique doit se décliner aux différents échelons administratifs. Cette déclinaison repose sur un principe d'échange réciproque d'informations entre les niveaux nationaux et locaux. Cette prise en charge des actions à l'échelle locale s'inscrit dans la démarche d'une décentralisation accrue.

Promouvoir une prise en charge collective de la prévention parasismique aux différents échelons territoriaux

L'objectif est que les agents économiques, y compris l'État et les collectivités territoriales, élaboreront ensemble une stratégie de développement du territoire intégrant les risques et coopèrent pour



BRGM

Dégâts du séisme de la Guadeloupe.

adapter la qualité de la construction aux données locales. L'effectivité de l'application de la réglementation parasismique devra utilement être contrôlée mais il s'agira également de mettre en place des bases de données (inventaire progressif du bâti important, diagnostics, renforcements, suivi du plan Séisme, mise à disposition des documents de référence d'information, de formation et de réglementation, PPR, évaluation du risque sur le département, etc.). Les collectivités territoriales concernées par le risque sismique seront incitées à réaliser de véritables projets de réduction de leur vulnérabilité. La mise en œuvre de ces projets pourra s'appuyer financièrement sur le Fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM). Ces travaux seront intégrés dans les schémas départementaux des risques prévus par la loi du 30 juillet 2003.

Communiquer efficacement

Il s'agira d'utiliser les médias grand public ou spécialisés afin de contribuer à une prise de conscience objective du risque sismique et une

connaissance de la réglementation à respecter. Les vecteurs de communication seront adaptés à la cible visée pour chaque action. L'objectif est d'obtenir l'adhésion de tous les acteurs au plan. Un effort spécifique sera réalisé pour valoriser les actions entreprises et réalisées au sein de ce plan.

Contribuer à la prévention du risque tsunami

Le littoral français a déjà été touché par des tsunamis et il le sera encore à l'avenir. Les autorités comme la population ne sont pas, sauf dans le Pacifique, préparées à gérer ce risque. Afin de réduire le risque potentiel et d'atténuer les effets des futurs tsunamis, il est important de disposer de plans, méthodes, procédures et mesures fixés par les autorités publiques. Outre la mise en place de dispositifs d'alerte, il faut connaître les zones inondables et savoir décider des mesures d'évacuation des populations et de retour à la normale.

Pouvoir alerter les autorités et la population

La France pourrait jouer un rôle important dans la mise en place de systèmes d'alerte aux tsunamis. La nature des séismes et les modes de propagation des vagues des tsunamis conduisent à privilégier des centres locaux d'alerte par zone. Les zones pacifique, atlantique, caraïbe, et méditerranéenne sont soumises à un fort aléa sismique et de tsunami.

Évaluer et cartographier les risques en Méditerranée et aux Antilles

Il s'agira de définir sur le pourtour méditerranéen et dans la zone caraïbe les secteurs présentant un risque maximum de tsunami à partir de la connaissance du contexte sismotectonique, sismique (historique et instrumental) et des tsunamis historiques. À partir de ces éléments et des données de bathymétrie et d'altimétrie, des cartes prévisionnelles donnant les hauteurs de vague attendues seront établies ainsi que des cartes d'inondation des régions ou sites les plus menacés.

Communiquer en direction des jeunes

En matière de prévention des risques, il est avéré que la sensibilisation des jeunes exerce une réelle influence sur le comportement de leurs parents. Des documents à destination des enfants ont déjà été réalisés pour sensibiliser les populations de la zone pacifique, ils seront adaptés et traduits en français. Ces documents sont centralisés par l'Unesco, leur traduction sera une contribution de la France aux travaux de l'organisation internationale.

Former des enseignants

Des produits pédagogiques seront développés pour les formateurs des enseignants. Ce travail se fera en collaboration avec les IUFM et les experts en tsunami. Il sera possible de s'appuyer sur des initiatives existantes, comme celle dénommée « Sismo des écoles ».

Sensibiliser les populations exposées

Une réflexion sera menée afin d'établir quels sont les vecteurs de communications les plus adéquats pour sensibiliser les différentes catégories de populations exposées (habitants, touristes, professionnels du tourisme, etc.). Suite à cette réflexion, des campagnes de sensibilisation seront conduites auprès des cibles identifiées, l'information sur les tsunamis pourra dans certains cas être conjointe avec celle sur d'autres types de risques naturels (séisme, inondation, etc.).

Ces actions représentent une importante contribution à la prévention du risque tsunami. Outre une contribution à l'optimisation des systèmes de surveillance et d'alerte qui seront déployés en Méditerranée et aux Antilles, elles constituent un apport considérable pour la préparation des populations au risque de tsunami.

La Méditerranée occidentale et les Antilles constituent la première priorité, les autres régions concernées (mer Ionienne, mer Egée et mer Noire pour l'Europe et le reste des Caraïbes) ainsi que la zone euro-atlantique pourraient être étudiées ultérieurement.



Les événements français aux XX^e et XXI^e siècles

Éléments de comparaison

On notera que, compte tenu du niveau de la classe la plus basse retenue (3), il est possible que certains événements échappent au recensement (cette non-exhaustivité vaut tout particulièrement pour la période 1901-1950),

notamment par la non-prise en compte de la composante « Dommages matériels » de l'échelle de gravité. La vague de chaleur de 2003 a été intégrée exceptionnellement dans le recensement.

Les catastrophes majeures (classe 5)

Date	Nature	Classe	Lieu et conséquences
8 mai 1902	Éruption volcanique 1.5	5	Montagne Pelée, Martinique ; 28 000 morts
30 août 1902	Éruption volcanique 1.5	5	Montagne Pelée, Martinique (Morne Rouge) ; 1 000 morts
12 septembre 1928	Ouragan n°4 1.7.1	5	Guadeloupe ; 1 200 morts
26 et 27/28 décembre 1999	Tempêtes 1.7.2	5	France métropolitaine (Sud-Est relativement épargné) 92 morts ; plus de 15 G€ de dommages
4 au 13 août 2003	Vague de chaleur	5	La vague de chaleur a été d'une durée et d'une intensité exceptionnelles. Elle a entraîné une mortalité majeure : environ 15 000 décès. Cette mortalité observée porte sur la période du 1 ^{er} au 20 août et correspond à un excès de 60 % par rapport à la mortalité moyenne.

Les catastrophes (classe 4)

Date	Nature	Classe	Lieu et conséquences
28 janvier 1910 (pic)	Inondations 1.1.1	4	Débordements de la Seine à Paris
2-3 mars 1930	Inondations 1.1.1	4	Débordements du Tarn à Montauban et Moissac (82) ; plus de 200 morts
17 octobre 1940	Inondations 1.1.1	4	Débordements de l'Agly, du Têt et du Tech (66) ; 50 morts
30 sept. et 4 oct. 1958	Inondations 1.1.1	3/4	Débordements dans le Gard et l'Hérault notamment ; 35 morts dans le Gard
8 juillet 1977	Inondations 1.1.1	3/4	Gers ; crues des cours d'eau du Lannemezan ; 16 morts
Mars à mai 1983	Inondations 1.1.1	4	Nombreux débordements dans le nord et l'est de la France ; plus de 10 morts
3 octobre 1988	Inondations 1.1.2	4	Nîmes ; 10 morts [rapport Ponton]
22 septembre 1992	Inondations 1.1.1	4	Débordements dans le Vaucluse (Vaison-la-Romaine), mais aussi en Ardèche et dans la Drôme ; 47 morts dont 34 à Vaison [rapport Bourges]
Septembre-novembre 1993	Inondations 1.1.1	3/4	Débordements dans le sud-est de la France notamment à Bollène et Solenzara Plus de 10 morts
Décembre 1993-janvier 1994	Inondations 1.1.1	4	Débordements dans le Sud-Est, vallée du Rhône, Camargue Plus de 10 morts
17 au 31 janvier 1995	Inondations 1.1.1	4	43 départements touchés (Basse-Normandie, Champagne-Ardenne, Bretagne, Pays de la Loire, Ile-de-France) ; 15 morts
12 au 14 novembre 1999	Inondations 1.1.1	4	Débordements dans 11, 81, 66, 34 et 12 ; 36 morts ou disparus, 438 communes sinistrées
25 au 29 décembre 1999	Inondations 1.1.1	4	Débordements affectant principalement le nord de la France
8 au 12 septembre 2002	Inondations 1.1.1	4	Gard principalement, mais aussi 84, 07, 34, 26, 13 et 48 ; 24 morts, 419 communes sinistrées
1 ^{er} au 10 décembre 2003	Inondations 1.1.1	4	Débordements affectant le Centre-Est et Sud-Est de la France et principalement la Drôme, la Loire, la Lozère, le Rhône. 7 morts ; 1,5 G€ de dommages, dont 800 M€ de dommages assurés ; plus de 1 500 communes sinistrées
1989-1992 et localement 1996	Mouvement de terrain 1.2.7	4	France métropolitaine (surtout Sud-Ouest, Centre, Nord et région parisienne) Sécheresse géotechnique ; plus de 2 G€ de dommages
Juillet-septembre 2003	Mouvement de terrain 1.2.7	4	France métropolitaine Sécheresse géotechnique
11 juin 1909	Séisme 1.3	4	Sud de la France (Lambesc, Saint-Cannat, Rognes) ; 46 morts magnitude 6,2 ; 225 M€ de dommages

Date	Nature	Classe	Lieu et conséquences
3-4 février 1932	Cyclone 1.7.1	4	La Réunion ; 100 morts
26-27 janvier 1948	Cyclone 1.7.1	4	La Réunion ; 165 morts
28 février 1962	Cyclone 1.7.1	3/4	La Réunion ; <i>Jenny</i> ; 36 morts
25 septembre 1966	Ouragan 1.7.1	3/4	Guadeloupe ; <i>Inez</i> ; 27 morts
20 août 1970	Cyclone (tempête tropic.)	3/4	Martinique ; <i>Dorothy</i> ; 44 morts ; inondations
18 et 24-25 puis 27 janvier 1980	Cyclone 1.7.1	4	La Réunion ; <i>Hyacinthe</i> ; 25 morts dont 10 morts par coulée de boue
13 et 14 janvier 1987	Cyclone 1.7.1	3/4	La Réunion ; <i>Clotilda</i> ; 9 morts
29 janvier 1989	Cyclone 1.7.1	3/4	La Réunion ; <i>Firinga</i> ; 4 morts
16-17 septembre 1989	Ouragan 1.7.1	4	Guadeloupe ; <i>Hugo</i> ; 5 morts
6-11 novembre 1982	Tempête 1.7.2	4	Sud-est et centre de la France
15-16 octobre 1987	Tempête 1.7.2	4	Bretagne
25 jan., 3 et 26 fév. 1990	Tempête 1.7.2	4	Nord de la France ; 15 morts
20 août 1949	Feux de forêts 1.6	4	Forêt landaise, Cestas (Gironde) ; 82 morts ; plus de 50 000 ha détruits

Les accidents très graves (classe 3)

Date	Nature	Classe	Lieu et conséquences
14 juin 1957	Inondations 1.1.1	3	Crue de l'Arc en Maurienne (Savoie)
24 septembre 1974	Inondations 1.1.1	3	Débordement à Corte (Corse) ; 8 morts
16 octobre 1979	Raz-de-marée 1.1.5.2	3	Aéroport de Nice (Alpes-Maritimes) ; 10 morts
21 septembre 1980	Inondations 1.1.1	3	Débordements à Brives-Charensac (Haute-Loire) ; 8 morts
14 juillet 1987	Inondations 1.1.1	3	Grand-Bornand (Haute-Savoie) : débordement du torrent du Borne et de ses affluents ; 23 morts
26 septembre 1992	Inondations 1.1.1	3	Aude et Pyrénées-Orientales ; plusieurs victimes notamment à Rennes-les-Bains
5-6 novembre 1994	Inondations 1.1.1	3	Vallée du Var
28-30 janvier 1996	Inondations 1.1.2	3	Puisserguier et débordement de l'Orb (Hérault) ; 4 morts
6-12 décembre 1996	Inondations 1.1	3	Aude
16-17 juin 1997	Inondations 1.1.2	3	Seine-Maritime ; 4 morts
16-19 décembre 1997	Inondations 1.1 (et submersion marine)	3	Languedoc-Roussillon (Hérault notamment)
6-11 mai 2000	Inondations 1.1.2	3	Seine-Maritime ; 2 morts
11-15 décembre 2000	Inondations 1.1.1	3	Bretagne
5 au 8 janvier 2001	Inondations 1.1.1	3	Bretagne
13 au 30 mars 2001	Inondations 1.1.1	3	Bassins Seine-Normandie, RMC et Loire-Bretagne
4 avril à fin juin 2001	Inondations 1.1.4	3	Somme et Oise, mais aussi Eure (depuis le 23 mars)
6 et 7 octobre 2001	Inondations 1.1.2	2/3	Gard ; 2 morts
9 octobre 2001	Inondations 1.1.2	2/3	Hérault, mais aussi Gard
28 déc. 2001 au 3 janv. 2002	Inondations 1.1.1	2/3	Nord-Est de la France ; 1 mort
6-7 juin 2002	Inondations 1.1.2	3	Hérault, mais aussi Gard
14-19 novembre 2002	Inondations 1.1.1	2/3	Bassin RMC ; 1 personne disparue
23-27 novembre 2002	Inondations 1.1.2	2/3	Bassin RMC ; 1 mort
1 au 5 janvier 2003	Inondations 1.1.1	3	Débordement dans l'Aisne - 64 communes sinistrées



Date	Nature	Classe	Lieu et conséquences
3 au 4 février 2003	Inondations 1.1.1	3	Débordement dans l'Aquitaine et le Midi-Pyrénées 1 mort en Gironde, 67 communes sinistrées
4 juin 2003	Inondations 1.1.2	3	Violents orages et fortes précipitations, S-E de la Dordogne, Lot-et-Garonne, N-O du Gers, 83 communes sinistrées
22 septembre 2003	Inondations 1.1.2	2/3	Fortes précipitations orageuses dans le Gard, l'Hérault et les Bouches-du-Rhône Importants ruissellements, mini-tornade à Fos-sur-Mer, 71 communes sinistrées
24 novembre 1926	Mouvem. de terrain 1.2.4	3	Roquebillière (Alpes-Maritimes) ; 28 morts
13 novembre 1930	Mouvement de terrain 1.2.4	3	Lyon, Fourvière, quartier Saint-Jean (Rhône) : glissement de la colline des Balmes ; 40 morts
8 mai 1932	Mouvem. de terrain 1.2.2	3	Lyon, cours d'Herbouville (Rhône) ; 30 morts
1er juin 1961	Mouvement de terrain 1.2.2	3	Effondrement de carrière à Clamart (Hauts-de-Seine) ; 8 ha concernés ; plusieurs maisons englouties ; 21 morts
Mai à septembre 1965	Inondations, laves torrentielles 1.1.3	3	Vallée de l'Arc, torrent de la Ravoire (Savoie) ; 500 000 m ³ déposés
16 avril 1970	Mouvem. de terrain 1.2.4	3	Roc-des-Fiz, plateau d'Assy (Haute-Savoie) ; 72 morts (coulée de débris rocheux)
17 avril 1987	Mouvem. de terrain 1.2.4	3	Glissement en Polynésie française à Huahiné ; 10 morts
24 et 25 avril 1998	Mouvem. de terrain 1.2.4	3	Glissement en Polynésie française à Huahiné ; 13 morts (dépression tropicale <i>Alan</i>)
19 avril 2000	Mouvem. de terrain 1.2.3	3	Éboulement de la colline de Cabassou en Guyane (Remire-Montjoly)
29 avril 1905	Séisme 1.3	3	Chamonix (Haute-Savoie)
14 mai 1913	Séisme 1.3	3	Vallée de la Durance (Alpes-de-Haute-Provence)
29 avril 1917	Séisme 1.3	3	Guadeloupe
30 novembre 1951	Séisme 1.3	3	Haut Verdon (Alpes-de-Haute-Provence)
5 avril 1959	Séisme 1.3	3	Vallée de l'Ubaye (Alpes-de-Haute-Provence)
13 août 1967	Séisme 1.3	3	Arette, Lanne et Montory (Pyrénées-Atlantiques et Hautes-Pyrénées) ; 1 mort 340 maisons détruites
29 février 1980	Séisme 1.3	3	Ossau, Arudy (Pyrénées-Orientales)
15 juillet 1996	Séisme 1.3	3	Annecy (Haute-Savoie)
10 février 1970	Avalanche 1.4	3	Val d'Isère (Savoie) – chalet de l'UCPA ; 39 morts
9 février 1999	Avalanche 1.4	3	Montroc (Chamonix) ; 12 morts
23 et 24 août 1986	Feux de forêts	3	Massif du Tanneron (Var) ; 7 000 ha détruits ; 150 habitations détruites
9 août 1903	Ouragan 1.7.1	3	Martinique ; 31 morts
Mars 1904	Cyclone 1.7.1	3	La Réunion
25 septembre 1963	Ouragan 1.7.1	3	Martinique ; <i>Édith</i>
22 août 1964	Ouragan 1.7.1	3	Guadeloupe ; <i>Cléo</i>
10 avril 1984	Cyclone 1.7.1	3	Mayotte ; <i>Kamisy</i>
5 septembre 1995	Ouragan 1.7.1	3	Guadeloupe (Saint-Martin et Saint-Barthélémy) ; <i>Luis</i> ; 1 mort
3 au 5 octobre 1990	Cyclone (dépression, tempête tropicale) 1.7.1	3	Martinique ; <i>Klaus</i> ; 7 morts
17 au 19 novembre 1999	Cyclone 1.7.1 (tempête tropicale)	3	Guadeloupe et Martinique ; <i>Lenny</i>
22 et 23 janvier 2002	Cyclone 1.7.1	3	La Réunion ; <i>Dina</i> ; pas de victime ; inondations, mouvements de terrain
6 juillet 1969	Tempête 1.7.2	3	Plus de 10 morts
27 octobre 2002	Tempête 1.7.2	2/3	Nord de la France ; 4 morts

La Martinique - 8 mai et 30 août 1902

Les éruptions volcaniques de la montagne Pelée

Zoom

■ *La montagne Pelée*

La montagne Pelée est l'un des neuf volcans de l'arc antillais. Situé dans la partie septentrionale de l'île de la Martinique, elle en est le point culminant (1 397 m ; 1 351 m en 1902) et occupe un huitième de la superficie totale de l'île.

Ce volcan s'est formé en trois phases : la phase *Paléo Pelée*, il y a 350 000 ans (formation du volcan), la phase *intermédiaire*, il y a 100 000 ans (émission de nombreuses nuées ardentes) et la phase *récente* qui débute il y a 13 500 ans.

L'activité se caractérise par l'alternance d'épisodes ponceux et d'épisodes à nuées ardentes péléennes* [voir glossaire p. 27], associées à la mise en place de dômes visqueux.

L'éruption de 1630 qui avait couvert de cendres les flancs du volcan et détruit la végétation, lui conférant un aspect de désolation serait à l'origine de son appellation de *montagne Pelée* donnée par les colons. Depuis la découverte des Antilles par Christophe Colomb, quatre éruptions ont eu lieu en 1792, 1851 (phréatiques*), 1902 et 1929 (magmatiques*).

En 1902, sept communes sont adossées au flanc de la montagne Pelée : Saint-Pierre, Prêcheur, Morne-Rouge, Ajoupa-Bouillon, Basse-Pointe, Macouba et Grande-Rivière. La limite nord de la ville de Saint-Pierre est distante à vol d'oiseau de 6 km du cratère tandis que Morne-Rouge, à 430 m d'altitude, se situe seulement à 4 km du sommet.

■ *Les événements de 1902*

« L'explosion du 8 mai se produit à la base du dôme de lave visqueuse formé dès la nuit du 5 au 6 mai dans le cratère de l'étang Sec. Les gaz, jusque là emprisonnés dans le magma se détendent brutalement et pulvérisent le dôme. L'explosion, qui libère une énergie colossale, est dirigée latéralement vers le sud-ouest avec un angle de 120 degrés à partir du sommet. Le mélange de gaz, cendres et blocs s'épanche en un écoulement pyroclastique*



Carte de la Martinique présentée dans l'ouvrage de A. Lacroix sur l'éruption de 1902 de la Montagne Pelée.

Les éléments de ce dossier proviennent des sources suivantes :
Le désastre de 1902 à la Martinique, Ursulet
<http://www.mnhn.fr/expo/volcans>
http://www.univ-orleans.fr/SCIENCES/GEOLOGIE/res_ped/volcano/pelee2002/
<http://www.culture.fr/actualités/celebrations2002/montpelee.htm>
<http://volcano.ipgp.jussieu.fr:8080/martinique/stationmar.html>



dilué et turbulent, qui se répand à toute allure (plus de 500 km/h) sur les flancs du volcan. Cet écoulement est baptisé « nuée ardente » par A. Lacroix. Il caractérise le dynamisme péléen. La nuée ardente du 8 mai, extrêmement dévastatrice, atteint la ville de Saint-Pierre en moins de deux minutes et fait 28 000 victimes. » [Jean-Louis Cheminée].

Elle fut suivie de plusieurs autres écoulements dont celui du 20 mai qui acheva la destruction de Saint-Pierre, puis le 26 mai, 6 juin et 30 août. Cette dernière éruption dévasta une superficie deux fois plus importante (114 km²) s'étendant à la ville de Morne-Rouge où elle fit 1 000 nouvelles victimes.

■ La prévision des événements

Au cours de l'année 1902, l'activité tectonique a été particulièrement intense dans la région des Caraïbes. De nombreux séismes et éruptions volcaniques sont survenus en avril et mai 1902 en Amérique centrale causant la destruction de plusieurs villes : éruption de la Soufrière de Saint-Vincent et de la montagne Pelée en Martinique, volcans situés à la limite est de la petite plaque tectonique des Caraïbes, éruption de l'Izalco



L'aiguille créée par l'éruption du 8 mai à l'emplacement de l'ancien lac des Palmistes.



Nuée ardente du 16 décembre 1902.

A. Lacroix. Source : [http://www.univ-orleans.fr/...](http://www.univ-orleans.fr/)

au Salvador, du Masaya au Guatemala, du Conception, de la Santa Maria et du Pacaya au Nicaragua, situés à la limite ouest.

« L'éruption de la montagne Pelée en 1902 fut la plus meurtrière du XX^e siècle. Était-elle prévisible ? Dès 1889, des fumerolles sont signalées dans le cratère du volcan, l'étang Sec. Au début de 1900, il y a deux fumerolles à fort débit, une demi-douzaine en 1901. À partir de janvier 1902, les débits augmentent. Les villages « sous le vent », comme Le Prêcheur, sont fortement incommodés par l'odeur d'œuf pourri (H₂S) des gaz rabattus. Des petites explosions de vapeurs semblent se produire dès la mi-mars. La première explosion phréatique sûre a lieu le 23 avril au soir. Les premières cendres tombent sur Le Prêcheur. Des séismes sont ressentis.

Panaches de cendres et de vapeurs, explosions, chutes de cendres, séismes, sont de plus en plus fréquents jusqu'au 2 mai. Dans la nuit suivante, des détonations extrêmement fortes sont entendues, le panache monte à plus de 4 km d'altitude, des blocs de roche sont projetés à plus de 2 km du sommet, des lueurs impressionnantes zèbrent le panache. Les cendres retombent sur une bonne partie de l'île, entraînant des mouvements de panique. Le 5 mai, une forte explo-

sion à 12 h 30 est suivie d'un lahar* qui détruit l'usine sucrière Guérin et produit un tsunami* en arrivant dans la mer. Des gaz bleutés sortent du cratère. Le SO₂, gaz magmatique par excellence, apparaît donc. Le 6 mai au soir, la base du panache est rougeoyante ; c'est probablement l'arrivée de la lave sous forme d'un dôme dans le fond du cratère. Dès le 7 au matin apparaissent des petites nuées et le soir des projections de blocs incandescents. Dans la nuit, on observe des gerbes de lave projetées par les explosions. Le 8 mai à 8 h 02, c'est le cataclysme.

Aujourd'hui, après les études de Lacroix et les progrès faits en volcanologie, grâce aux études théoriques et aux réseaux de surveillance, il est bien sûr facile de dire que cette éruption était prévisible... Mais à l'époque ?

Dès le 3 mai, le gouverneur Moutet avait nommé une commission. Pleins de bonne volonté, ses membres n'avaient aucune expérience en volcanologie. Elle remit son rapport le 7 au soir et conclut que l'éruption aurait les mêmes conséquences que celle de 1851. Elle ignorait qu'au même moment la Soufrière, dans l'île voisine de

Quelques définitions

Episodes ponceux : retombées pliniennes (cendres, ponces) et coulées de ponces.

Éruptions magmatiques : sont en fait considérés ici des types distincts d'éruption qui se caractérisent toutes par l'apparition en surface du magma : les coulées de lave, la construction de dômes et leur destruction sous forme d'avalanches incandescentes, les nuées ardentes et/ou coulées de ponces, les projections aériennes (blocs, lapilli, cendres).

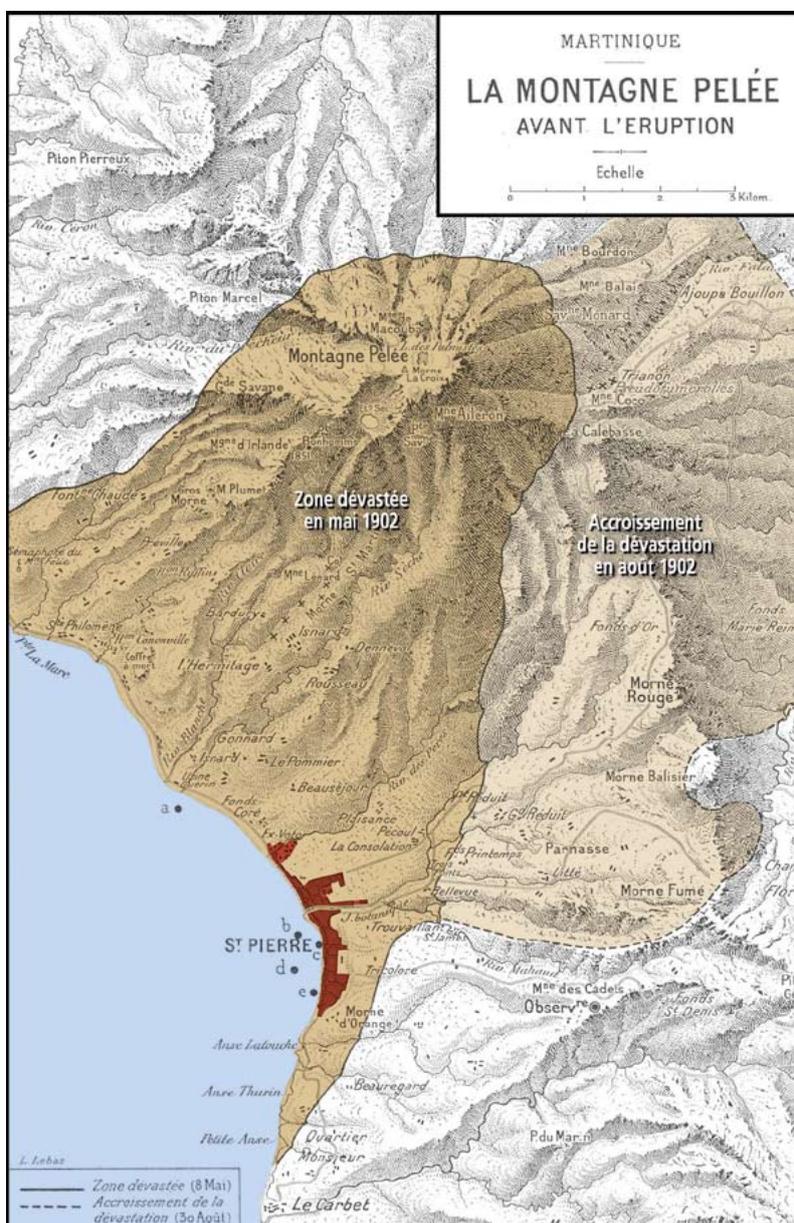
Éruptions phréatiques : elles font intervenir les eaux d'infiltration dans le volcan, surchauffées par le magma, comme déclencheur du phénomène par détente violente. Dans ce type d'éruption, la lave en fusion n'arrive pas jusqu'à la surface. Seuls les matériaux anciens du volcan sont éjectés : blocs, « cendres » accompagnées de vapeur d'eau et de gaz. En fonction de leur puissance et de leurs effets, on distingue des éruptions phréatiques mineures et majeures.

Lahar : coulée boueuse causée par des pluies, fontes de glaciers dues à une éruption volcanique, débordements de lacs de cratères, entraînant des cendres et toutes sortes de matériaux volcaniques ou non.

Nuées ardentes péleennes : une nuée ardente, ou coulée pyroclastique, est un phénomène d'avalanche, mélange de gaz brûlant et de lave incandescente entouré d'un nuage de poussières, coulant le long d'un volcan.

Pyroclastique : caractérise une coulée constituée d'un mélange à haute température (plusieurs centaines de °C) de gaz volcaniques, de vapeur d'eau et de particules solides (fragment de lave, de scorie, de ponces, etc.), relativement dense, qui s'écoule à grande vitesse (au départ à plusieurs centaines de km/h) au voisinage du sol, et fortement soumis à la gravité.

Tsunami : raz-de-marée consécutif à une éruption volcanique, à un séisme ou de glissements de terrains sous-marins.





Saint-Vincent, explosait et faisait 1 600 victimes. Toutes les îles de l'arc des Petites-Antilles sont constituées de volcans actifs dont la récurrence des éruptions magmatiques peut être de quelques siècles. » [Jean-Louis Cheminée].

Il faut souligner que les commissions de 1851 (Leprieur) et de 1902 (Gerbault) avaient pour objet de rassurer la population. Conscients des limites de leur analyse, les membres de la commission de 1851 concluaient leur rapport en préconisant une étude longue et soutenue sur le volcan qui permettrait de déterminer le nombre et l'intensité de ses moments de repos et d'activité. De même, si les membres de la commission Gerbault n'avaient pas discerné, après le 6 mai, le passage au stade magmatique, G. Landes, professeur au lycée de Saint-Pierre, ne partageait pas l'optimisme ambiant. Il avait perçu le risque de lahars et avait conseillé à la population de fuir les fonds de vallée. Ses diverses observations furent d'ailleurs très précieuses aux analyses ultérieures.

Si l'absence de compétences scientifiques des missions Leprieur et Gerbault peut expliquer le manque de discernement des autorités locales à la veille de l'éruption du 8 mai, il est plus difficile de croire que l'événement du 30 août n'était pas prévisible. En effet, l'activité du volcan au cours des mois qui suivirent est attestée par les témoignages recueillis par le Pr Lacroix. Il s'avère que plusieurs nuées ardentes ont de nouveau envahi la ville de Saint-Pierre après le 8 mai (notamment le 26 mai et le 6 juin). Les études géologiques menées beaucoup plus tard ont révélé la présence de six unités de dépôts distinctes dans le quartier du Fort, dans le Nord de la ville et de cinq unités dans le centre, ce qui veut dire qu'autant de nuées ont touché ces zones.

Le dôme d'andésite qui s'était formé dans le cratère de l'étang sec avant l'éruption du 8 mai, est visible pour la première fois depuis Morne-Rouge le 16 août et devient incandescent la nuit. Les manifestations éruptives, notamment des trépidations du sol inquiètent la population des

zones jusqu'alors épargnées. La croissance de ce dôme aura pour conséquence d'augmenter la violence de l'éruption et d'étendre la zone de dévastation en modifiant la zone d'éjection.

Pourquoi la réoccupation des territoires au nord de Saint-Pierre avait-elle été ordonnée alors que les signes d'un prochain cataclysme étaient manifestes ? Suite à l'éruption du 8 mai, environ 10 000 sinistrés avaient été hébergés à Fort-de-France dans des conditions précaires. Le rapatriement vers leur commune d'origine visait à résoudre les problèmes d'insalubrité et d'emploi.

■ *Les conséquences humaines et économiques*

La surface dévastée par l'éruption du 8 mai 1902 s'étend sur 58 km², les pertes humaines et matérielles sont immenses.

Avant la catastrophe, Saint-Pierre était la capitale économique et commerciale de la Martinique et une place financière importante. Par sa structure portuaire, la ville avait développé une forte activité d'import/export. Elle transitait l'essentiel du trafic extérieur et assurait la circulation à l'intérieur de l'île. Elle était également le siège d'une importante production industrielle (distilleries, usines sucrières) et de nombreuses plantations (cannes à sucre, cacao, café) occupaient son territoire.

D'après la commission pour l'évaluation des désastres financiers et économiques, les pertes immobilières et mobilières se sont élevées à



Saint-Pierre avant la catastrophe de 1902.



Paris
Les ruines de la ville de Saint-Pierre après l'éruption du 8 mai 1902.

A. Lacroix. Source : <http://www.univ-orleans.fr/...>

environ 200 millions de francs de l'époque (soit 457 millions d'euros actuels) en tenant compte des pertes économiques consécutives aux déplacements de population au nord, à la cessation d'activités et des incidences sur le reste de l'île. En effet, toute la partie septentrionale de l'île avait été évacuée suite à la catastrophe (20 % de l'île), soit 22 300 sinistrés qui quittèrent leur habitation, leur travail, leurs biens et laissèrent des centaines d'hectares de plantation à l'abandon. Une majorité de cette population fut hébergée à Fort-de-France. Très vite se posèrent des problèmes d'hygiène et d'emploi qui contribuèrent en partie, à des retours prématurés sur des zones à risques.

En terme de victimes, le bilan fut lourd, deux personnes seulement survécurent : Cyparis, dit Sanson, qui était détenu à la prison de Saint-Pierre et Léon Compère qui vivait au pied du Morne-Abel et dont l'habitation était protégée par un repli du Morne. D'après le recensement de 1901, la population s'élevait à 26 011 habitants mais ce chiffre était vraisemblablement surestimé. Il est difficile de chiffrer l'exode comme d'évaluer le nombre de personnes en provenance du Prêcheur, du Morne-Rouge ou des environs qui pensaient trouver refuge à Saint-Pierre ou venaient participer aux fêtes religieuses de l'As-

cension. A. Lacroix estime à 28 000 le nombre maximal de victimes mais on annonça jusqu'à 40 000 disparitions.

La surface dévastée par l'éruption du 30 août 1902 s'étend sur 114 km². Par ailleurs, à l'ouest du volcan, près du Prêcheur, la végétation fut détruite sur une cinquantaine de kilomètres carrés par des cendres apportées par les alizés. Les pertes humaines furent moins conséquentes que le 8 mai (1 000 morts) mais elles auraient pu être évitées si l'évacuation du Morne-Rouge était restée effective tant que le danger d'un nouveau cataclysme persistait.

Les bourgs du Morne-Rouge, d'Ajoupa-Bouillon, et les quartiers Morne-Bourbon (sur les hauteurs de Basse-Pointe), Morne-Capot (sur les hauteurs du Lorrain) et Morne-Bellevue furent détruits. Au total, c'est environ 18 % de la superficie de l'île qu'il fallut évacuer et laisser à l'abandon.



Destructions dans Morne-Rouge à la suite de l'éruption du 30 août 1902. À l'arrière plan, le dôme et l'aiguille.

A. Lacroix. Source : <http://www.univ-orleans.fr/...>

Et de nouveau, les pertes économiques furent importantes et touchèrent principalement les productions de sucre, de rhum et les cultures (sucre de canne, cacao, café). Les communes de Morne-Rouge et de l'Ajoupa-Bouillon avaient été créées en 1889. Morne Rouge, avec ses constructions de bois était un centre de villégiature et de pèlerinage réputé et accueillait une industrie de charbon de bois et une tannerie. Ajoupa-Bouillon était le plus gros producteur de café.

Les catastrophes majeures en Europe et dans le monde aux XX^e et XXI^e siècles

Éléments de comparaison

Ont été retenus tous les événements européens ⁶ de classe 5 ; pour les événements mondiaux, seuls les événements de classe 5 les plus dommageables en termes de victimes ont été mentionnés. Pour ces événements un seuil de 10 000 victimes a été introduit, tout en main-

tenant le critère économique de 3 G€. Les événements français, ou d'ampleur supranationale mais concernant significativement la France, apparaissent en bleu. La vague de chaleur 2003 en Europe a été intégrée exceptionnellement au recensement.

■ Les catastrophes majeures en Europe aux XX^e et XXI^e siècles

Date	Nature	Pays	Commentaires
8 mai 1902	Éruption volcanique 1.5	France	Montagne Pelée, Martinique ; 28 000 morts
30 août 1902	Éruption volcanique 1.5	France	Montagne Pelée, Martinique (Morne-Rouge) ; 1 000 morts
28 décembre 1908	Séisme 1.3	Italie, Sicile	Messine ; 86 000 morts
13 janvier 1915	Séisme 1.3	Italie	Avezzano ; 32 000 morts
1926	Inondations 1.1.1	Roumanie	Vallée du Danube ; 1 000 morts
12 septembre 1928	Ouragan n°4 1.7.1	France	Guadeloupe ; 1 200 morts
23 juillet 1930	Séisme 1.3	Italie	Irpinia ; 1 800 morts
10 novembre 1940	Séisme 1.3	Roumanie	Bucarest ; 1 000 morts ; magnitude 7,3
Février 1953	Submersion marine, tempête 1.1.5.1	Pays-Bas Royaume-Uni	Près de 2 000 morts Marée de tempête
26 juillet 1963	Séisme 1.3	Macédoine	Skopje ; 1 100 morts ; magnitude 6
9 octobre 1963	Glissement de terrain 1.2.4	Italie	Vajont ; 2 000 victimes
Novembre 1966	Inondations 1.1.1	Italie	Débordement de l'Arno, Florence ; 113 morts
6 mai 1976	Séisme 1.3	Italie	Frioul ; 1 000 morts
4 mars 1977	Séisme 1.3	Roumanie	Bucarest ; 1 600 morts ; magnitude 7
23 novembre 1980	Séisme 1.3	Italie	Sud, Campanie, Basilicate ; 4 700 morts
15-16 octobre 1987	Tempête 1.7.2	Europe (France, Royaume-Uni)	Tempête et inondations ; 33 morts Plus de 4 G€ de dommages
Janvier - mars 1990	Tempêtes 1.7.2	Europe de l'Ouest	230 victimes
5 novembre 1994	Inondations 1.1.1	Italie	Piémont, Ligurie ; 26 morts ; 9 G€ de pertes économiques
5 juill. - 10 août 1997	Inondations 1.1.1	Pologne	Bassin de l'Oder ; 55 morts
26 septembre 1997	Séisme 1.3	Italie	Ombrie, les Marches, Foligno, Assise, Coligno, Nocera, Umbra ; 2 séismes (5,6 et 5,8). 4,5 G€ de dommages dont 4 millions de dommages assurés
26 décembre 1999	Tempête 1.7.2	France	92 morts pour les deux tempêtes des 26 et 27-28
27-28 déc. 1999	Tempête 1.7.2	France	Plus de 15 G€ de dommages

6 - L'Europe s'entend jusqu'à l'Oural, hors pays du Caucase (Géorgie, Arménie et Azerbaïdjan) et hors partie asiatique de la Turquie.



Date	Nature	Pays	Commentaires
26-27 août 2002	Inondations 1.1.1	Europe centrale, Allemagne, Autriche, Rép. Tchèque, Slovaquie	Débordements de l'Elbe, de la Vltava et du Danube 52 morts, 28 G€ de dommages
1 ^{er} au 20 août 2003	Vague de chaleur	Europe occidentale et du sud-ouest	Des températures de plus de 40 °C par endroits Près de 30 000 morts

■ Les catastrophes majeures dans le monde aux XX^e et XXI^e siècles

Date	Nature	Pays	Commentaires
5 avril 1905	Séisme 1.3	Inde	Province de Kangra Nord ; 20 000 victimes ; magnitude 8,6
18 avril 1906	Séisme 1.3	États-Unis	San Francisco ; 3 000 victimes ; ; magnitude 8,5 ; plus de 500 M€ de pertes économiques dont 180 M€ de dommages assurés
17 août 1906	Séisme 1.3	Chili	Valparaiso ; 20 000 victimes ; magnitude 8,2
21 octobre 1907	Séisme 1.3	Chine	Tien Chan ; plus de 10 000 victimes ; magnitude 8,1
21 octobre 1907	Séisme 1.3	Ouzbékistan	Samarcande ; plus de 10 000 victimes
Juill.-sept. 1911	Inondations 1.1.1	Chine	Yangtsekiang ; 100 000 victimes
Août 1912	Cyclone 1.7.1	Chine	Port de Wenzhou ; 50 000 victimes
21 janvier 1917	Séisme 1.3	Indonésie	Bali ; 15 000 victimes
16 décembre 1920	Séisme 1.3	Chine	Province de Gansu (nord ouest) ; 200 000 victimes magnitude 8,6 ; plus de 25 M€ de pertes économiques
Juill. 1922	Cyclone 1.7.1	Chine	Port de Shantou ; 50 000 victimes
1 ^{er} septembre 1923	Séisme 1.3	Japon	Tokyo, Yokohama ; 143 000 victimes magnitude 7,9 ; plus de 2,5 G€ de pertes économiques dont plus de 500 M€ de dommages assurés
23 mai 1927	Séisme 1.3	Chine	Nanchang, province de Jiangxi Sud ; 80 000 victimes magnitude 7,9
Juill.-sept. 1931	Inondations 1.1.1	Chine	Yangtsekiang, Wuhan inondée ; plus de 400 000 victimes
25 décembre 1932	Séisme 1.3	Chine	Province de Gansu, nord-ouest ; 80 000 victimes ; magn. 7,6
15 janvier 1934	Séisme 1.3	Inde	Province de Bihar ; plus de 10 000 victimes ; magnitude 8,1
31 mai 1935	Séisme 1.3	Pakistan	Quetta ; 35 000 victimes ; magnitude 7,9
2 septembre 1937	Cyclone 1.7.1	Chine	Hong-Kong ; 11 000 victimes ; marée de tempête : 6 m
25 janvier 1939	Séisme 1.3	Chili	Chillan, Concepcion ; 28 000 victimes ; magnitude 8,3 près de 100 M€ de pertes économiques
27 décembre 1939	Séisme 1.3	Turquie	Erzincan, est du pays ; 33 000 victimes ; magnitude 7,8 près de 20 M€ de pertes économiques
16 octobre 1942	Cyclone 1.7.1	Bangladesh Inde	Super-cyclone touchant notamment les régions de l'Orissa (Inde) et de Sundarbans (Bangladesh) ; 40 000 victimes
5 octobre 1948	Séisme 1.3	Turkmenistan	Achkhabad ; 20 000 victimes ; magnitude 7,3
Octobre 1949	Inondations 1.1.2	Guatemala	Est du pays
Juillet 1951	Inondations 1.1.1	États-unis	Débordement de la rivière Kansas ; 41 victimes
Août 1954	Inondations 1.1.1	Chine	Secteur de Dongting ; 40 000 victimes
Juillet 1959	Inondations 1.1.1	Chine	100 000 victimes
29 février 1960	Séisme 1.3	Maroc	Agadir ; plus de 10 000 victimes ; magnitude 5,7 près de 120 M€ de pertes économiques

Date	Nature	Pays	Commentaires
1 ^{er} septembre 1962	Séisme 1.3	Iran	Kazvin ; plus de 10 000 victimes ; magnitude 7,3
28-29 mai 1963	Cyclone 1.7.1	Bangladesh	Plus de 20 000 victimes
11-12 mai 1965	Cyclone 1.7.1	Bangladesh	15 000 victimes
3-10 septembre 1965	Ouragan 1.7.1	États-unis	<i>Betsy</i> ; Floride, Louisiane ; 299 victimes ; plus de 1,4 G€ de pertes économiques dont 700 M€ de dommages assurés
16-18 août 1969	Ouragan 1.7.1	États-unis	<i>Camille</i> ; Sud-est golfe du Mexique ; 323 victimes
12 novembre 1970	Submersion marine, cyclone 1.1.5.1	Bangladesh	Chittagong, Khulna ; 400 000 victimes ; marée de tempête 60 M€ de pertes économiques
4 janvier 1970	Séisme 1.3	Chine	Yunnan (sud) ; 10 000 victimes ; magnitude 7,5
31 mai 1970	Séisme 1.3	Pérou	Chimbote ; 67 000 victimes ; glissement de terrain magnitude 7,9 ; près de 550 M€ de pertes économiques
31 octobre 1971	Séisme 1.3	Inde	Golfe du Bengale et Orissa ; 10 800 victimes
18-19 juin 1972	Ouragan 1.7.1	États-unis	<i>Agnès</i> ; Floride, sud-est ; 122 victimes
1 ^{er} mai 1974	Séisme 1.3	Chine	Provinces de Sichuan et Yunnan ; plus de 10 000 victimes
19 septembre 1974	Ouragan 1.7.1	Honduras	<i>Fifi</i> ; 15 000 morts ; plus de 600 000 sinistrés
4 février 1976	Séisme 1.3	Guatemala	Guatemala-City ; 22 000 victimes ; magnitude 7,5 plus de 1 G€ de pertes économiques
27-28 juillet 1976	Séisme 1.3	Chine	Tangshan ; 290 000 victimes ; magnitude 8,2 plus de 5 G€ de pertes économiques
20 novembre 1977	Cyclone 1.7.1	Inde (golfe du Bengale)	Cyclone tropical à Andhra Pradesh ; 10 000 victimes
16 septembre 1978	Séisme 1.3	Iran	Région de Tabas, est ; 20 000 victimes
Septembre 1978	Inondations 1.1	Inde (nord)	Mousson ; 15 000 victimes
10 octobre 1980	Séisme 1.3	Algérie	El Asnam ; 5 000 victimes ; magnitude 7,7
25 mai 1985	Cyclone 1.7.1	Bangladesh	Cyclone tropical dans le golfe du Bengale ; 10 000 victimes
19 septembre 1985	Séisme 1.3	Mexique	Mexico ; 10 000 victimes ; magnitude 8,1 485 M€ de dommages
13-14 nov. 1985	Eruption volcanique 1.5	Colombie	Armero ; éruption du Nevado del Ruiz ; lahars 25 000 victimes ; plus de 200 M€ de pertes économiques
9-17 sept. 1988	Ouragan 1.7.1	Amérique centrale, Caraïbes, États-Unis	Ouragan <i>Gilbert</i> ; 355 victimes ; plus de 3 G€ de pertes économiques dont près de 800 M€ de dommages assurés
7 décembre 1988	Séisme 1.3	Arménie	Spitak, Leninakan ; plus de 50 000 victimes ; magnitude 6,8 près de 14 G€ de pertes économiques
16-22 sept. 1989	Ouragan 1.7.1	Caraïbes, États-Unis,	Ouragan <i>Hugo</i> ; 71 morts, 6 G€ de dommages
17 octobre 1989	Séisme 1.3	États-unis	Loma Prieta (Californie) ; 68 victimes ; plus de 6 G€ de pertes économiques dont 950 M€ de dommages assurés
21 juin 1990	Séisme 1.3	Iran	Provinces de Ghilan et Zandjan, nord-ouest ; 40 000 victimes ; magnitude 7,7
29-30 avril 1991	Submersion marine, cyclone 1.1.5.1	Bangladesh	Cyclone <i>Gorky</i> ; 140 000 victimes ; marée de tempête près de 3 M€ de pertes économiques
26-28 sept. 1991	Cyclone 1.7.1	Japon	Typhon <i>Mireille</i> ; 62 victimes ; 6 G€ de pertes économiques dont 5 G€ de dommages assurés
23-27 août 1992	Ouragan 1.7.1	États-Unis	Ouragan <i>Andrew</i> ; Floride, Louisiane ; 62 victimes ; plus de 20 G€ dommage total dont 15 G€ de dommages assurés
Juillet-août 1993	Inondations 1.1.1	États-Unis	Débordements du Mississippi, du Missouri et de l'Illinois ; 45 victimes ; plus de 10 G€ de dommages



Source : Itsuo Inouye, Sipa, AP.



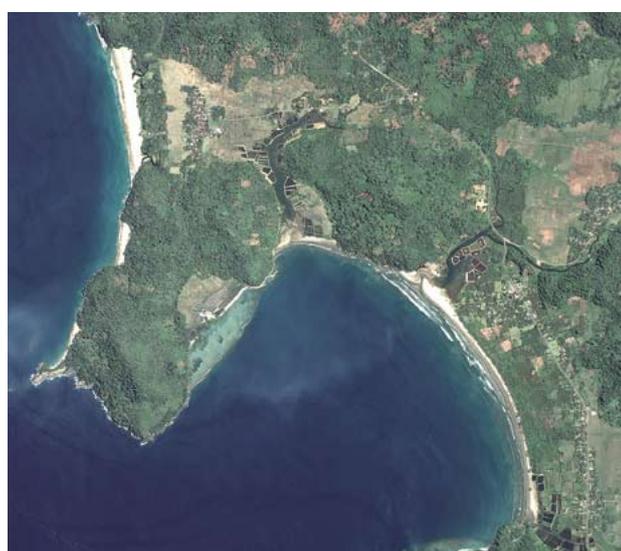
Source : <http://www.epau.edu.dz/>

Kobé (Japon), 1995.

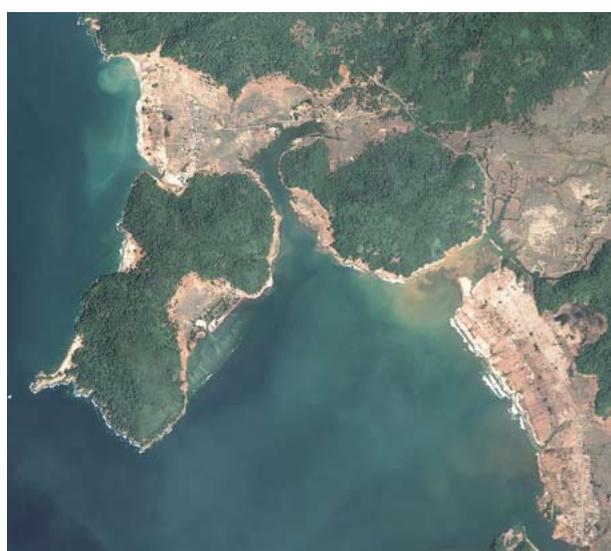
Boumerdès (Algérie), 2003.

Date	Nature	Pays	Commentaires
17 janvier 1994	Séisme 1.3	États-Unis	Northridge, Californie ; 61 victimes ; plus de 40 G€ de pertes économiques dont 15 G€ de dommages assurés
17 janvier 1995	Séisme 1.3	Japon 1995	Kobe ; 6 300 victimes ; 2 500 maisons détruites : magn. 7,2 plus de 100 G€ de pertes économiques dont 3 G€ de dommages assurés
Mai-septembre 1998	Inondations 1.1.1	Chine	Inondations du Yangtze ; plus de 3 500 victimes ; près de 30 G€ de pertes économ. dont 1 G€ de dommages assurés
20-30 sept. 1998	Ouragan 1.7.1	États-Unis	Ouragan <i>Georges</i> ; Caraïbes aux États-Unis ; 500 victimes ; près de 9 G€ de pertes dont 3,5 G€ de dommages assurés
28 oct. - 3 nov. 1998	Cyclone 1.7.1	Honduras, Nicaragua	Ouragan <i>Mitch</i> ; plus de 9 000 victimes ; 15 000 disparus
17 août 1999	Séisme 1.3	Turquie	Izmit, Koaceli ; plus de 17 000 victimes, 7 G€ de dommages magnitude 7,4
13-16 sept. 1999	Cyclone 1.7.1	États-Unis	Ouragan <i>Floyd</i> ; Bahamas, États-Unis ; dommages économiques très importants aux États-Unis
20 septembre 1999	Séisme 1.3	Taiwan	Taichung ; 2 400 victimes ; magnitude 7,3 ; plus de 10 G€ pertes économiques, plus de 800 M€ de dommages assurés
22-24 septembre 1999	Typhon 1.7.1	Japon (Sud)	Typhon <i>Bart</i> ; 26 victimes, environ 4 G€ de dommages
29 octobre 1999	Cyclone 1.7.1	Inde	Orissa et Andhra Pradesh ; des vents de 260 km/h et des vagues de 8 m ; plus de 10 000 victimes
15 décembre 1999	Inondations 1.1.2	Vénézuela	30 000 victimes ; nord du pays
26 janvier 2001	Séisme 1.3	Inde, Pakistan	Gujarat ; 15 000 victimes ; ville de Bujh entièrement détruite ; magnitude 7.7
9-17 juin 2001	Tempête tropicale 1.7.1	États-Unis	Tempête tropicale <i>Allison</i> ; 33 victimes, 3 G€ de dommages assurés
25 mars 2002	Séisme 1.3	Afghanistan (nord)	Ville de Nahrin détruite (province de Baghlan) ; 1 800 morts ; magnitude 6.0
Juin-juillet 2002	Inondations 1.1.1 Glissements de terrain	Chine	Bassin du Yangtsé ; 800 à 1 000 morts ; 50 000 maisons effondrées, 3,4 G€ de pertes économiques
2 au 11 mai 2003	Tempête 1.7.2	États-Unis	Tempêtes orageuses, tornades, grêle ; 45 morts 3 à 6 G€ de dommages assurés
21 mai 2003	Séisme 1.3	Algérie	Alger et département de Boumerdès (Kabylie) ; 2 278 morts près de 5 G€ de dommages ; magnitude 6.6 à 6.8

Date	Nature	Pays	Commentaires
Juin-juillet 2003	Inondations 1.1.1	Chine	Débordement de la rivière Huai, province du Henan, de l'Anhui et du Jiangsu ; 16 morts, un million de personnes évacuées, 7 G€ de dommages
10-11 septembre 2003	Typhon 1.7.1	Corée du Sud	Typhon <i>Maemi</i> , des vents de plus de 216 km/h ; 91 morts, 26 disparus, 5 G€ de dommages
26 décembre 2003	Séisme 1.3	Iran	Ville de Bam détruite à 85 % ; plus de 30 000 victimes, près de 1 G€ de dommages ; magnitude 6,3
15 août 2004	Cyclone 1.7.1	États-Unis (FL, CA) Jamaïque, Cuba	<i>Charley</i> , violent cyclone (catég. 4 Saffir-Simpson), des vents de 210 km/h ; 24 morts ; des dommages de l'ordre de 4 à 6 G€ ; 13 G€ de pertes économiques
4-5 septembre 2004	Cyclone 1.7.1	États-Unis (FL, CA, NY, NC, SC)	<i>Frances</i> (cat. 3-4 Saffir-Simpson) ; des vents cycloniques à 165 km/h. 37 morts ; dommages assurés estimés à 4 G€ ; dommage total de 7,5 G€.
6-9 septembre 2004	Typhon 1.7.1	Japon Hokkaido, Kyushu	<i>Songda</i> , typhon (cat. 4 Saffir-Simpson) accompagné de pluies diluviennes ; des bourrasques de 100 à 150 km/h ; 41 morts ; 3 G€ de dommages assurés et 5 G€ au total.
11-19 septembre 2004	Cyclone 1.7.1	États-Unis (sud-est) Vénézuéla, Caraïbes	<i>Ivan</i> (cat. 4-5 Saffir-Simpson), vents de 225 km/h ; pluies torrentielles ; 108 morts ; 3 à 10 G€ de dommages assurés
18-26 septembre 2004	Inondations 1.1.2	États-Unis (Floride) Haïti (Gonaïves)	La tempête tropicale <i>Jeanne</i> (cat. 3 Saffir-Simpson) provoque des inondations qui font plus de 2 500 morts en majorité aux Gonaïves (nord-ouest d'Haïti) et dans ses environs. 3 G€ de dommages assurés, 6 G€ au total.
18-20 octobre 2004	Typhon 1.7.1	Japon (sud et ouest de l'archipel)	<i>Tokage</i> (cat. 4 Saffir-Simpson), inondations et glissements de terrain, bourrasques de plus de 140 km/h ; 92 morts ; 840 M€ de dommages assurés ; 3 G€ de dommage total.
23 octobre 2004	Séisme 1.3	Japon région de Niigata (centre)	Magnitude 6,8 ; 40 morts ; plus de 6 000 routes, 6 ponts, 370 canaux et 2 515 maisons détruits ; 14,6 G€ de dommages dont 450 M€ de dommages assurés.
26 décembre 2004	Séisme, tsunami 1.1.5.2	Indonésie, Thaïlande, Inde, Sri-Lanka, Malaisie, Birmanie, Maldives, Bangladesh, Somalie, Tanzanie, Kenya	Séisme de magnitude 9 sur l'échelle de Richter enregistré au large de Sumatra qui a généré un tsunami ; plus de 280 000 morts et disparus dont plus de 220 000 en Indonésie (province de l'Aceh-Nord) et plus de 36 000 au Sri-Lanka ; près de 4 G€ de dommages assurés et 10 G€ de dommage total



Source : <http://www.digitalglobe.com/images/tsunami/>



Source : <http://www.digitalglobe.com/images/tsunami/>

La côte de Banda-Aceh, à Sumatra, avant et après le tsunami de décembre 2004.



Les événements mondiaux en 2004

Il est rappelé que seuls sont identifiés dans ce document les événements de classe 4 ou 5, c'est à dire les catastrophes ou les catastrophes majeures. Les événements européens apparaissent en bleu.

Date	Nature	Pays et lieux	Conséquences et commentaires	Réf.
24 février	Séisme 1.3	MAROC N-E, Al Hoceima et sa région notamment Im-Zouren et Aït Kamra	Séisme de magnitude 6.3 sur l'échelle de Richter. Plus de 600 morts et 900 blessés. Effondrement de 2 539 maisons, dont 2 498 en milieu rural.	AFP
7 au 12 mars	Cyclone <i>Galifo</i> 1.7.1	MADAGASCAR Morombe Nord de Madagascar	172 morts, 181 disparus et 300 000 sans-abri. Des rafales de vent jusqu'à 180 km/h. Dommages total estimé à 188 M€.	AFP SwissRé
19 mai	Cyclone 1.7.1	BIRMANIE- MYANMAR Côte Ouest, état d'Arakhan	Cyclone dévastant une partie de la côte ouest de la Birmanie. 220 morts, 14 000 sans-abri dans l'état pauvre et isolé d'Arakhan. Rafales de vents jusqu'à 170 km/h, 200 bateaux détruits, près de 2 800 habitations et 300 écoles endommagées. Environ 500 M€ de dommages.	AFP SwissRé
21 au 27 mai	Tornades, grêle et inondations 1.7	ÉTATS-UNIS IL, IN, IA, KY, MI, MO, NE, NY, NC, OH, OK, PA, SC, WV, WI	Tornades, inondations et grêle. De 450 à 750M€ de dommages assurés.	SwissRé
23 et 24 mai	Inondations, pluies torrentielles 1.1	HAÏTI, REPUBLIQUE DOMINICAINE sud de l'île d'Hispaniola	Pluies torrentielles provoquant des coulées de pierres et des torrents puissants, engloutissant sur leur passage maisons, écoles et églises, dans plusieurs localités de l'est du pays. Les plus affectées sont celles de Mapou Belle-Anse. Plus de 3 000 morts et disparus.	AFP
29 mai au 2 juin	Tempêtes orageuses 1.7 .2	ÉTATS-UNIS AR, IL, IN, KS, LA, MO, NE, OK, SD, TN, TX	Tempêtes orageuses avec de forts vents et de la grêle. 10 morts. Dommages total de 530 M€, dommages assurés entre 225 et 450 M€.	
12 et 13 juin	Tempête 1.7.2	BANGLADESH Golfe du Bengale	20 bateaux coulés lors d'une tempête. Plus de 150 morts et disparus.	Swiss Ré, CRED
20 juin au 3 août	Inondations de mousson 1.1	INDE, BANGLADESH Bihar, Tripura, Assam, Gujarat, Arunachal Pradesh, Bengale occidentale, Uttar Pradesh	Près de 1 200 morts en Inde et 600 au Bangladesh. 400 000 habitations détruites, 7 222 villages et environ 4,8 M ha touchés par ces inondations. Dommages total de 1,6 G€.	AFP, SwissRé, CRED
20 au 25 juin	Inondations et glissement de terrain 1.1	CHINE Hunan (Centre-Sud)	Pluies s'abattant sur 30 districts de la province de Hunan durant six jours, provoquant des inondations et des glissements de terrain. 27 morts, 27 disparus, 168 000 personnes évacuées. 360 M€ de dommages total.	AFP
29 juin au 4 juillet	Typhon <i>Mindulle</i> 1.7.1	PHILIPPINES, TAIWAN	Typhon frappant l'extrême nord des Philippines avec des vents atteignant 190 km/h, puis se transformant en tempête pour toucher le sud de Taïwan. 59 morts et 15 disparus aux Philippines et Taïwan. 180 000 réfugiés ; destruction partielle ou entière d'environ 400 habitations. 628 M€ de dommages total dont 290 M€ de dommages assurés	AFP SwissRé
5 au 13 juillet	Inondations de mousson 1.1	NÉPAL Bhutan, Janakpur	Cinq jours de pluies continues provoquant inondations et glissements de terrain dans le sud-est et le sud-ouest. 150 morts, 100 000 sans-abri, plus de 39 000 maisons détruites.	AFP SwissRé

Date	Nature	Pays et lieux	Conséquences et commentaires	Réf.
12 au 18 juillet	Inondations 1.1	JAPON Niigata, Fukushima, Fukui	Inondations causées par de fortes pluies. 20 morts, 5 800 sans abri. 279 M€ de dommages assurés, 1,95 G€ de dommage total	SwissRé
15 au 20 juillet	Inondations 1.1	CHINE Shandong, Henan, Hubei, Guangxi, Chongqing, Yunnan	Fortes pluies et orages (250 mm en 1 j) provoquant des inondations dans plusieurs provinces de la Chine. Au moins 52 morts et 81 disparus, 500 000 personnes évacuées, 98 000 habitations détruites et 285 000 endommagées, 312 000 ha de cultures détruites, plus de 750 M€ de perte économique.	OCHA CRED
12 au 15 août	Typhon <i>Rananim</i> 1.7.1	CHINE Sud-Est, Zhejiang	Typhon (cat. 2 Saffir-Simpson) frappant les côtes de la province du Zhejiang, touchant sur son passage 13 millions de personnes d'une cinquantaine de villes et de comtés. 164 morts, 24 disparus. Pertes économiques de 1,5 G€. 42 400 maisons détruites, 88 000 endommagées et 260 000 ha de terres arables inondés.	AFP
13 au 15 août	Cyclone <i>Charley</i> 1.7.1	ÉTATS-UNIS, CUBA, JAMAÏQUE FL (Punta Gorda), NC, SC, La Havane	Cyclone (cat. 4 Saffir-Simpson) accompagné de vents soufflant à plus de 235 km/h. 24 morts. Dommages de l'ordre de 4 à 6 G€. 13 G€ de pertes économiques.	AFP
16 et 17 août	Inondations 1.1	ANGLETERRE Comté de Cornouailles (Boscastle, Tintagel, Camelford)	Pluies diluviennes (60 mm en 2 h) sur le comté de Cornouailles provoquant des crues (jusqu'à 3 m) dans les régions de Boscastle, Tintagel et Camelford. Importants dégâts matériels (750 M€).	AFP
30 août au 1 ^{er} septembre	Typhon <i>Chaba</i> 1.7.1	JAPON Régions de Chugoku et Shikoku	Typhon accompagné de vents jusqu'à 108 km/h, 13 morts, 4 disparus, 19 000 habitations inondées. 720 M€ de dommages assurés, 1,7 G€ de dommage total.	AFP
3 au 9 septembre	Pluies torrentielles 1.1	CHINE S-O, Sichuan, Chongqing, Yunnan, Quxian, Wanzhou	196 morts dont 82 à Chongqing, 106 morts dans le Sichuan (69 à Dazhou). Plus de 450 000 personnes évacuées dans le Sichuan et à Chongqing à cause des inondations, qui ont endommagé ou détruit 127 000 maisons, quelque 400 ponts et au moins 720 km de routes. 250 000 ha de cultures endommagés. 355 M€ de dommages.	AFP
4 et 5 septembre	Cyclone <i>Frances</i> 1.7.1	ÉTATS-UNIS FL, GA, NY, NC, SC	Cyclone (cat. 3-4 Saffir-Simpson) avec des vents à 165 km/h sur la partie centrale de la péninsule. 37 morts [SwissRé]. Dommages assurés estimés 4 G€. Dommage total 7,5 G€.	AFP SwissRé
6 au 8 septembre	Typhon <i>Songda</i> 1.7.1	JAPON Hokkaido, Kyushu	Cyclone (cat. 4 Saffir-Simpson) accompagné de pluies diluviennes et progressant à 40 km en direction du nord-est, balayant violemment l'île d'Hokkaido. Des bourrasques de 100 à 150 km/h. 41 morts. 3 G€ de dommages assurés et 5 G€ de dommage total.	AFP SwissRé
11 au 19 septembre	Cyclone <i>Ivan</i> 1.7.1	ÉTATS-UNIS, CARAÏBES, VÉNÉZUELA S-E des États-Unis (12 états dont FL, MS, AL, LA), Jamaïque, Grenade, République Dominicaine, Haïti, Grand Cayman, Cuba, Vénézuéla...	Cyclone (cat. 4-5 Saffir-Simpson) avec des vents à 225 km/h et des pluies torrentielles. Dommages les plus importants en Floride. 108 morts dont 38 aux États-Unis et 70 dans les Caraïbes (21 en Jamaïque, 5 au Vénézuéla). 3 à 10 G€ de dommages assurés.	AFP
18 au 26 septembre	Tempête tropicale <i>Jeanne</i> 1.7.1	HAÏTI, ÉTATS-UNIS Nord-Ouest de Haïti (Gonaïves et environs), Floride principalement	Cyclone (cat. 3 Saffir-Simpson). Inondations provoquant à Haïti plus de 2 500 morts dont la majorité aux Gonaïves (nord-ouest) et dans ses environs. Devenu ouragan, <i>Jeanne</i> touche la Floride le 25 septembre occasionnant des dégâts et une dizaine de morts. 3 G€ de dommages assurés, 6€ de dommage total.	AFP
26 au 30 septembre	Typhon <i>Meari</i> 1.7.1	JAPON Sud et ouest de l'archipel (provinces de Ehime et Mié notamment)	Typhon (cat. 4 Saffir-Simpson) avec des vents de plus de 100 km/h. 230 mm de pluie en 24 h sur Kyushu et 540 mm sur la province de Mié. Inondations et glissements de terrain provoquant au moins 22 morts (6 disparus). 219 M€ de dommages assurés, 600 M€ de dommage total.	AFP



Source : <http://jscience.wcp.muohio.edu/>



Source : <http://www.andina.com.pe/>

Les cyclones de 2004 sur la mer des Caraïbes (montage de photographies satellitaires).

Dégâts du cyclone Jeanne en Floride.

Date	Nature	Pays et lieux	Conséquences et commentaires	Réf.
6 au 10 octobre	Inondations 1.1	INDE État d'Assam notamment	Inondations ravageant le nord-est de l'Inde. Au moins 157 morts. 28 000 ha de terres cultivées inondées.	AFP
9 et 10 octobre	Typhon <i>Ma-on</i> 1.7.1	JAPON Tokyo et sa région	Typhon (cat. 5 Saffir-Simpson) avec des vents de plus de 160 km/h et des pluies torrentielles. 70 mm en 1 h à Tokyo, bourrasque de 243,4 km/h enregistrée au cap d'Irozaki. 7 morts (inondations et coulée de boue). 181 M€ de dommages assurés, 454 M€ de dommage total.	AFP SwissRé
18 au 20 octobre	Typhon <i>Tokage</i> 1.7.1	JAPON Sud et ouest de l'archipel (Okinawa, Shikoku, Honshu, Osaka)	Typhon (cat. 4 Saffir-Simpson) provoquant des inondations et des glissements de terrain. Des bourrasques de plus de 140 km/h. 92 morts, 840 M€ de dommages assurés, 3 G€ de dommage total.	AFP
23 octobre	Séisme de Chetsu 1.3	JAPON Région de Niigata (centre)	Le séisme (magnitude 6.8 Richter) et ses 801 répliques détruisent plus de 6 000 routes, 370 canaux et au moins six ponts dans la préfecture de Niigata (200 km au nord de Tokyo). 2 515 maisons sont totalement détruites et quelque 49 000 endommagées. 39 morts. Coût total du séisme : 14,6 G€ dont 450 M€ de dommages assurés.	AFP
14 au 25 novembre	Tempête tropicale <i>Muifa</i> 1.7.1	PHILIPPINES, VIETNAM Tagalog Sud, Bicol, Luzon, Mindoro Provinces de Thua Thien-Hue, Quang Nam et Quang Ngai, de Quang Tri et Quang Binh	Tempête tropicale (cat. 4 Saffir-Simpson) avec des rafales de vents de 167 km/h. Plus de 160 morts et disparus aux Philippines et au Vietnam. Aux Philippines : 29 morts et 84 disparus (chavirement de navires de pêche au large des îles de Mindoro, Marinduque et Coron), 10 000 maisons détruites, dommages assurés estimés 0,75 M€ et dommage total 22 M€. Au Vietnam, nombreux glissements, 41 morts, 7 disparus, près de 23 000 habitations et 13 000 hectares de terres cultivées endommagés.	AFP
29 et 30 novembre	Tempête tropicale <i>Winnie</i> 1.7.1	PHILIPPINES Luzon, Quezon, Real, Infanta, General Nakar	Tempête provoquant des glissements de terrain et des inondations dans les villes de Real, Infanta et General Nakar. Capacité de destruction amplifiée par la « saturation » des sols déjà imbibés par les deux précédentes tempêtes. Plus de 1 600 morts et disparus. 75 M€ de dommage total.	AFP SwissRé
26 décembre	Séisme, tsunamis 1.3	INDONÉSIE, THAÏLANDE, INDE, SRI-LANKA, MALAISIE, BIRMANIE, MALDIVES, BANGLADESH, SOMALIE, TANZANIE, KÉNYA	Séisme (magnitude 9,3) au large de Sumatra générant un tsunami se propageant dans tout l'océan Indien à une vitesse pouvant atteindre 800 km/h. Sur les côtes, les vagues pouvaient approcher 10 m de hauteur et monter à plus de 30 m d'altitude. Le tsunami touche les rives du Sri-Lanka et de la Thaïlande, 2 heures après le séisme. Les raz-de-marée font plus de 280 000 morts et disparus dont plus de 220 000 en Indonésie (province de l'Aceh-Nord) et plus de 36 000 au Sri Lanka. Près de 4 G€ de dommages assurés et 10,5 G€ de dommage total.	AFP SwissRé

■ *Éléments d'analyse globale*

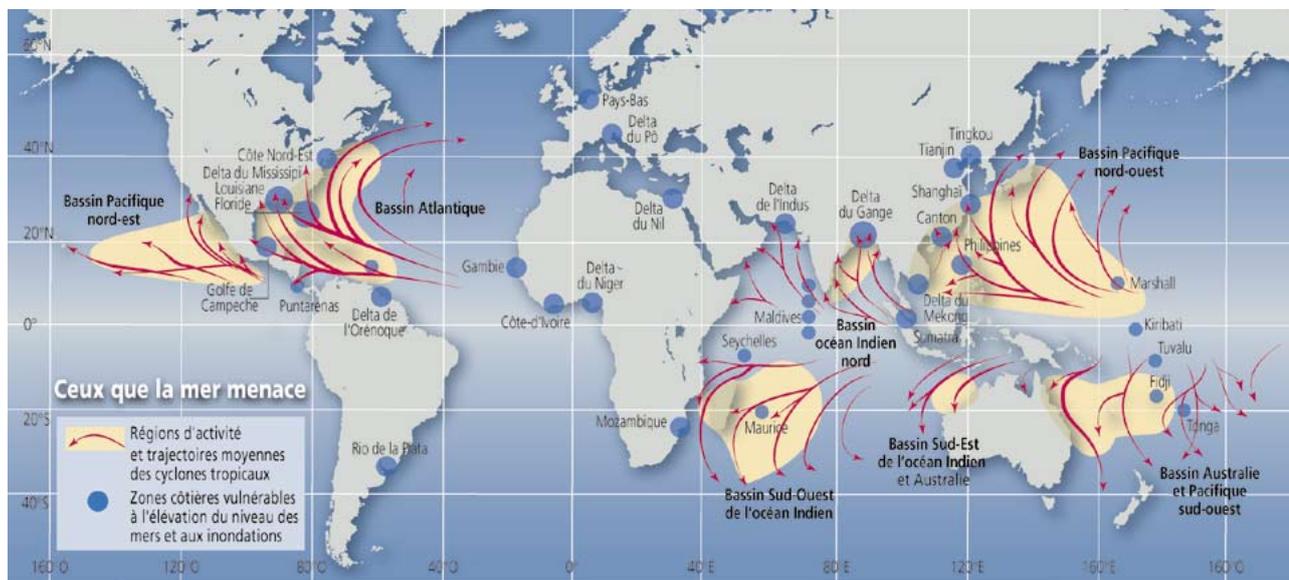
Le tsunami du 26 décembre est l'événement le plus dramatique de l'année 2004 avec au moins 280 000 victimes. Parmi les autres catastrophes majeures, ce sont les inondations qui ont fait le plus de victimes (plus de 5 500). Les pluies diluviennes qui ont affecté Haïti et la République Dominicaine les 23 et 24 mai ont provoqué d'importantes inondations, le bilan est de 3 000 morts. Le nombre de victimes liées aux inondations de mousson en Inde et au Bangladesh demeure relativement élevé (environ 1 800 victimes).

Les cyclones ont été particulièrement meurtriers (plus de 5 000 victimes) et sont les plus coûteux en termes de dommages assurés. Les tempêtes tropicales *Jeanne* et *Winnie*, qui ont traversé Haïti et la Floride pour la première et les Philippines pour la seconde, ont été à l'origine d'inondations

et glissements de terrain causant plus de 4 000 victimes au total. Les États-Unis ont été touchés par plusieurs ouragans dont *Charley* et *Ivan* qui ont occasionné d'importants dommages. Enfin le Japon n'a pas été épargné par les typhons, au nombre de dix cette année dont le plus puissant *Tokage* a balayé l'île fin octobre.

Par contre, l'Europe n'a pas été frappée par des événements de grande ampleur.

La compagnie Suisse de Réassurance (Swiss Ré), dans son rapport annuel, estime à 90 G€ le coût des dommages liés aux catastrophes naturelles, près de 40 % concernent des dommages assurés. Le séisme de Chetsu (Japon), qui a frappé la région de Niigata le 23 octobre, est le sinistre le plus conséquent en termes de coût économique en 2004 et l'ouragan *Ivan*, le plus onéreux pour les assurances.



Sources : d'après « *Ceux que la mer menace* », *Climate Research*, vol. 12, n°s 2-3, Inter-Research, Oldendorf/Luhe, Allemagne, 1999 et sources diverses.



26 décembre 2004

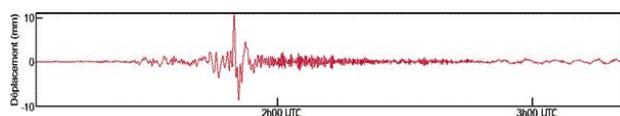
Le séisme de Sumatra et le tsunami dans l'océan Indien

Zoom

Le document qui suit s'appuie très largement (illustrations comprises) sur le document scientifique rédigé par le CEA puis mis en ligne à l'adresse suivante : http://www-dase.cea.fr/actu/dossiers_scientifiques/2004-12-26/index.html

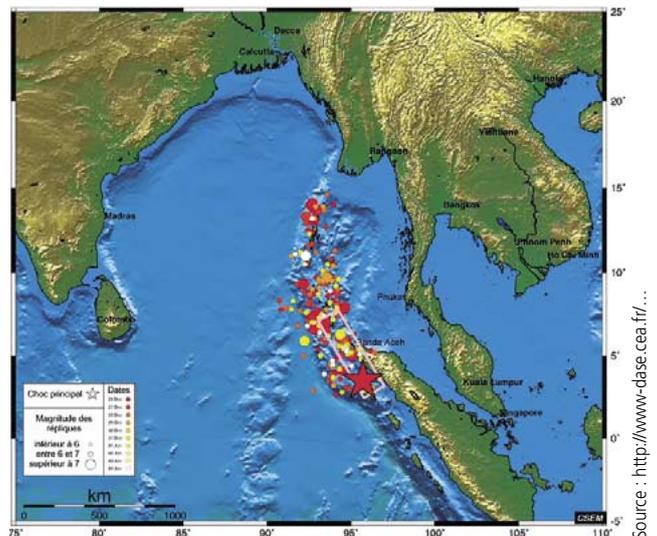
■ Le séisme

Le 26 décembre 2004 à 0h58 (UTC ⁷), soit 1h58 à Paris et 7h58 à Sumatra, s'est produit l'un des plus importants séismes jamais enregistrés, avec une magnitude estimée à $M_w=9,3$ ⁸. Le sismogramme ci-dessous représente le déplacement vertical du sol lors du passage, en Europe, des ondes sismiques associées au séisme du 26 décembre. Le déplacement vertical du sol a atteint 2 cm d'amplitude. Un tel déplacement, bien qu'exceptionnel, n'est pourtant pas perceptible par l'homme, car la longueur d'onde du phénomène est de l'ordre de la centaine de kilomètres.



Ce séisme a déclenché l'un des plus importants tsunamis observés depuis une centaine d'années, au moins dans cette région de l'océan Indien.

Cet événement a déclenché le système d'alerte mis en œuvre par le Centre sismologique euro-méditerranéen (CSEM), il a été localisé en urgence par le sismologue d'astreinte du Département analyse, surveillance, environnement du CEA (DASE)



Localisation des répliques enregistrées jusqu'au 6 janvier 2005. Le choc principal est indiqué par une étoile; les rectangles donnent une indication de la zone rompue par celui-ci.

La localisation de l'événement, au large de la pointe nord-ouest de l'île de Sumatra ($3,50^\circ$ N, $95,72^\circ$ E), a été calculée en utilisant un ensemble de près de 300 mesures obtenues sur un grand nombre de stations sismiques. La magnitude estimée à 9,3 en fait l'événement le plus important pour cette région depuis l'installation de réseaux sismiques mondiaux. Dans les heures qui ont suivi, de très nombreuses répliques (plus de 500) ont pu être détectées par le réseau du DASE. La plus importante s'est produite le même jour 4h21 UTC et a atteint la magnitude 7,3. L'ensemble de ces répliques se localise sur une région s'étendant sur plus de 1 200 km, jusqu'aux îles Andaman [carte ci-dessus].

La région de l'île de Sumatra est une zone frontière entre deux plaques tectoniques. La plaque indo-australienne s'enfonce sous l'île de Sumatra à une vitesse voisine de 5 cm par an (zone de

7 - UTC : unité de temps coordonné = TU : temps universel.

8 - M_w : magnitude d'énergie ou de moment.

subduction). La déformation de la région côtière de l'île, induite par cette convergence rapide, est accompagnée par la naissance de très forts séismes. Ainsi, les événements de 1833 (magnitude env. 9) et 1861 (magnitude env. 8,5) ont rompu l'interface de subduction sur près de 500 et 250 km au centre de l'île, «relaxant» des dizaines d'années de charge de contraintes lors de glissements sismiques de plusieurs mètres d'amplitude.

Plus récemment les forts séismes de 1935 et 1984, plus modérés, ont rompu de petites régions jouxtant ces ruptures majeures. En revanche, aucun événement sismique majeur n'était connu dans la région qui les jouxte au nord et ce jusqu'aux îles Nicobar et Andaman où les ruptures de 1881 et 1941 (magnitude env. 8) ont engendré des tsunamis.

Concernant l'extension de la zone rompue, les avis diffèrent d'un organisme à l'autre avec des longueurs de la zone de rupture variant de 600 à près de 1 300 km. D'après les travaux du CEA en cours sur la modélisation de la rupture, il semblerait que la taille de faille rompue soit de l'ordre de 1 300 km.

Les principaux tsunamis répertoriés depuis 1850

Date	Zones touchées [et cause]	Victimes
26 déc. 2004	Océan Indien : Indonésie, Thaïlande, Inde, Sri-Lanka, Somalie, Myanmar, etc. ; victimes également en Afrique (Somalie) [séisme à Sumatra]	228 000 à 310 000
28 déc. 1908	Italie, Messine [séisme]	70 000 à 90 000
26 août 1883	Explosion du Krakatoa [volcan]	36 000
13 août 1868	Chili [séisme]	25 000
15 juin 1896	Japon, Sanriku [séisme]	22 000
17 août 1976	Philippines [séisme]	8 000
3 mars 1933	Japon, Sanriku [séisme]	3 000
17 juill. 1998	Papouasie-Nouvelle-Guinée [séisme]	2 500
22 mai 1960	Océan Pacifique : Chili ; victimes également à Hawaï, aux Philippines et au Japon [« grand séisme chilien »]	2 000

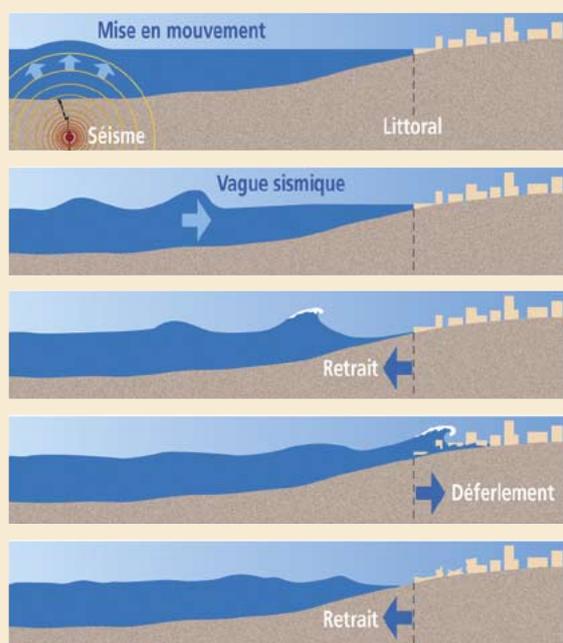
Liste actuelle en cours de consolidation.

Nota : cette liste, très ciblée océan Pacifique et océan Indien, ne reflète qu'une partie de la réalité. Les tsunamis peuvent se produire dans toutes les mers et océans comme en témoignent par exemple les séismes/tsunamis de Lisbonne en 1755, ou celui de la République Dominicaine en 1946.

Le mécanisme du tsunami

Un tsunami est un phénomène naturel qui se caractérise par une série de vagues générées lorsque sur une grande échelle, une étendue d'eau se trouve déplacée verticalement sous l'effet de séismes, glissements de terrain, éruptions volcaniques voire impact de météorites.

Il s'agit d'une onde de surface que les spécialistes appellent aussi ondes d'inertie-gravité dans la mesure où la gravité est la force de rétablissement du déséquilibre créé par le déplacement d'une part, et où la force d'inertie de Coriolis peut agir sur le déplacement de l'onde.



L'amplitude de l'onde générée au droit du déplacement peut être de quelques dizaines de centimètres jusqu'à plus de dix mètres, mais sa vitesse de propagation est très grande, de même que sa longueur d'onde. La période peut aller de quelques minutes à plusieurs dizaines de minutes, en fonction de la longueur d'onde de la source.

À l'approche du rivage, la vitesse ralentit et la hauteur augmente en même temps, surtout lorsque les pentes sous-marines sont faibles et dans les baies profondes.

Ces ondes destructrices doivent être différenciées :

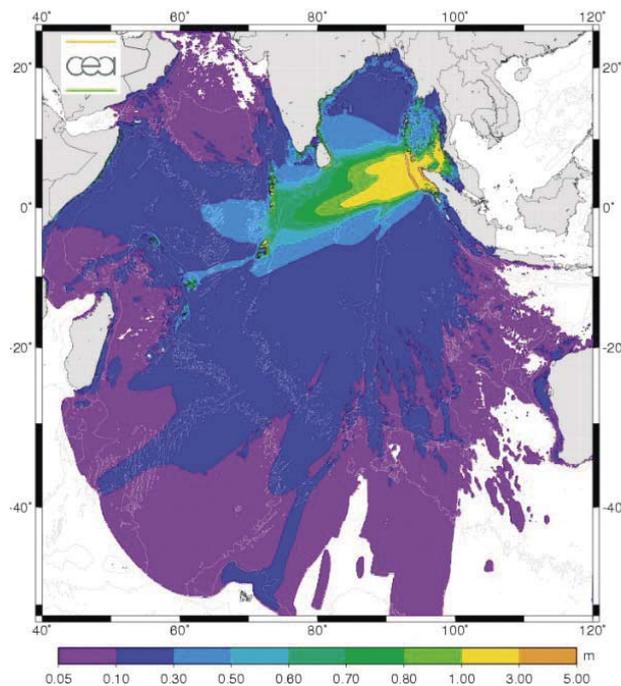
- de la marée (ondes de marées) générée par l'attraction gravitationnelle de la lune et du soleil ;
- de l'onde de tempête générée par le passage d'une zone de basse pression sur le bassin considéré, avec afflux d'eau à la côte lorsque la bathymétrie est défavorable (non évacuation de l'eau qui afflue et donc élévation de la mer). Lorsque l'onde de tempête se superpose à la marée astronomique, on parle de marée de tempête). Les marées de tempêtes peuvent être particulièrement destructrices (cyclone Bhola, voir p. 36)
- de la houle (onde de gravité pure) présentant une faible période et sans effet de la force de Coriolis.



Cette zone correspond manifestement à la zone non rompue par les événements de Sumatra de 1833 et 1861. La détermination précise des caractéristiques de la source sismique requiert de longs travaux de modélisation.

■ *Le tsunami*

La carte ci-dessous présente l'impact du tsunami dans l'ensemble de l'océan Indien. La hauteur maximale de vague, calculée en eaux profondes, varie de 10 cm à 4 m. Cette hauteur de vague peut être fortement amplifiée lorsque le tsunami atteint la côte en fonction de la bathymétrie locale. Cette simulation montre que l'énergie est principalement rayonnée vers l'est et l'ouest, ce qui est cohérent avec les effets maximaux observés.



Amplitude maximale des ondes du tsunami dans l'océan Indien. On remarque le fort effet de directivité vers l'est et l'ouest, perpendiculaire à la zone de rupture .

12 novembre 1970 **La marée de tempête du Bangladesh**

Zoom

Dans la nuit du 12 novembre, le cyclone tropical *Bhola* dans le golfe du Bengale s'approche des côtes du Pakistan oriental (actuel Bangladesh). Aux premières heures du jour, des vents atteignant des pointes estimées à 190 km/h, associés à une marée de tempête exceptionnellement haute (5 à 6 m) submergent les rivages du delta du Gange, une région très peuplée. La vague envahit plus de cent îles proches de la côte. De nombreux habitants sont noyés dans leur sommeil suite aux inondations généralisées. Le nombre de victimes reste mal connu : les estimations varient entre 280 000 et 500 000 morts.

Les pertes les plus importantes sont enregistrées dans les îles du delta du Gange situées au sud de Dhaka. L'île et le district de Bhola sont les plus touchés avec environ 100 000 morts. Les villes de Charfasson et Tazamuddin sont totalement dévastées. Chittagong est également très affectée. De nombreux pêcheurs périssent (46 000) et les dommages sont considérables : plus de 20 000 bateaux de pêcheurs détruits, plus d'un million de têtes de bétail porté disparu, plus de 400 000 maisons endommagées.

Le golfe du Bengale est tout particulièrement exposé aux cyclones. *Bhola* est l'un des cyclones majeurs du XX^e siècle et le plus meurtrier que le Bangladesh ait connu à ce jour. En avril 1991, c'est le cyclone *Gorki* qui frappe cette même région ; la marée de tempête associée fait près de 140 000 victimes.



Source : [http://www-dase.cea.fr/...](http://www-dase.cea.fr/)

Source : <http://visibleearth.nasa.gov/>

Contribuer à la prévention du risque de tsunami

La composante « tsunami » du plan Séisme

Politique

■ Pourquoi un plan d'action sur la prévention du risque tsunami ?

Le séisme de forte magnitude au large de Sumatra et le tsunami qui s'en est suivi ont rappelé l'imprédictibilité à ce jour du moment où surviennent des tremblements de terre. Au contraire, les effets naturels secondaires qu'ils peuvent engendrer et les conséquences corporelles, matérielles et environnementales désastreuses en résultant peuvent être modélisés et anticipés. L'océan Pacifique, siège de tels phénomènes, a été doté d'un dispositif de surveillance des tsunamis (PTWC : *Pacific Tsunami Warning Center*), regroupant vingt-six pays dont la France. Le risque de tsunami existe ailleurs dans le monde ; le littoral français en est menacé en plusieurs de ses points, en particulier, sur le pourtour de l'ensemble caraïbe-atlantique et du bassin méditerranéen

La réduction des effets potentiels de mouvements de terrain de type séisme, effondrement, volcan et des tsunamis associés appelle un mécanisme d'ensemble couvrant les champs de la connaissance des phénomènes, de la transmission des informations et des alertes mais également la sensibilisation des populations à ces situations à risque et aux messages d'alerte qui leur sont destinés.

■ Comment ?

La recherche aura notamment pour tâche d'identifier, quantifier et cartographier les failles marines, de modéliser et approfondir la compréhension des phénomènes de rupture, de glissement de terrain et de volcanisme sous-marins à l'origine de tsunamis. Il s'agit de définir les zones présentant un risque majeur vis-à-vis des séismes et des effets d'un tsunami et d'élaborer des scénarios et des cartes prévisionnelles de hauteur de

vagues attendues ainsi que des cartes de submersion pour les régions ou sites les plus menacés.

La première étape porte essentiellement sur l'état des données existantes et leur mise en commun, les observations « post-tsunamiques » de l'océan Indien... Les actions de moyen et long terme concerneront la constitution des partenariats internationaux nécessaires pour atteindre, région par région, les objectifs précités. La réalisation de systèmes de surveillance opérationnels pérennes sera envisagée sous l'égide de l'Unesco : par exemple, réseau de capteurs à terre et en mer profonde, centre de traitement des informations.

Un groupe de pilotage sera créé. Il sera chargé de réfléchir aux questions scientifiques, de planification et opérationnelles d'une part, de proposer des voies d'action d'autre part. Il réunira les représentants des différents ministères concernés ainsi que les principales institutions scientifiques compétentes. La dimension logistique « lourde » de niveau européen y sera abordée à travers l'initiative européenne *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES) ainsi que le projet mondial *Global Earth Observation System of Systems* (GEOSS).

Dans le prolongement de la position présentée par la France lors de la conférence de Kobé et de la Commission océanographique intergouvernementale, il a été décidé :

- la création d'un Centre national de prévention « multi-risque » à la Réunion. Ce centre dont la vocation sera ajustée progressivement, en particulier vis-à-vis du sud-ouest de l'océan Indien dans le cadre de la mise en place à terme d'un réseau d'alerte sur l'ensemble du bassin, s'appuiera sur des compétences techniques et scientifiques nationales et locales et les structures déjà présentes ;



- la désignation de Météo-France comme point de contact opérationnel au sein de la structure (SATOI) nouvellement mise en place au plan international sous l'égide de l'Unesco pour l'océan Indien.

Dans le domaine de la formation et de l'éducation ainsi que de la sensibilisation, les actions déjà engagées seront poursuivies et amplifiées dans les zones géographiques les plus exposées : il s'agit notamment de renforcer la sensibilisation des élèves et la formation des enseignants mais aussi de faciliter l'appropriation par la population de la conscience du risque.

Les programmes scolaires abordent déjà la question des risques naturels majeurs à l'école, au collège et au lycée. Le tsunami de la fin 2004 a suscité de nombreuses initiatives pédagogiques au sein des établissements, aux Antilles, à la Réunion et dans le bassin méditerranéen, en s'inspirant notamment de projets existants comme par exemple le projet « Sismo des écoles » conduit dans l'académie de Nice et aux Antilles. Des actions spécifiques de formation seront inscrites par les recteurs des académies concernées dans les plans de formation continue. Des outils pédagogiques consacrés à cette thématique sont en cours d'élaboration au Centre national de documentation pédagogique (CNDP) et dans son réseau régional.

La sensibilisation de la population et l'appropriation par celle-ci de l'information demandent une identification des différentes catégories de populations exposées (habitants, touristes, groupements professionnels, etc.), l'adaptation des messages et le repérage des outils de transmission les plus adéquats. Les outils techniques de communication seront valorisés afin de pouvoir joindre le plus grand nombre le plus rapidement possible. La communication elle-même devra être déclinée selon les différentes cibles, les espaces et le contexte multirisque.

La chaîne de la vigilance et de l'alerte fait appel à de nombreux acteurs. La réponse opérationnelle doit s'appuyer sur une palette élargie d'outils. En

particulier, le réseau international de surveillance de l'OTICE (Organisation du traité d'interdiction complète des essais nucléaires) pourrait contribuer à la prévention du risque sismique selon un programme récemment chiffré. Le CSEM auquel la France apporte sa contribution constitue par ailleurs un point d'ancrage important sur la méditerranée.

Dans cette perspective, la France soutiendra l'adaptation éventuelle des systèmes internationaux existants à la prévision multi-risque ainsi que l'ouverture du réseau OTICE à des utilisations civiles.

Le bassin méditerranéen et l'ensemble caraïbe-atlantique sont particulièrement soumis au risque sismique rendant ainsi vulnérables de nombreux pays riverains. Un renforcement et une coordination des actions individuelles déjà entreprises doivent apporter une meilleure réponse aux attentes exprimées. Au-delà des coopérations bilatérales, la France proposera, avec les pays européens intéressés (Italie notamment pour la Méditerranée, Royaume-Uni, Pays-Bas pour les Antilles) et en relation avec les pays riverains de ces bassins, des initiatives au plan européen en matière de détection des phénomènes et de transmission de l'alerte.

■ Glossaire

AFPS : Association française de génie parasismique.

Catnat : catastrophe naturelle.

BCSF : Bureau central sismologique français

BRGM : Bureau de recherche géologique et minière

CCR : Caisse centrale de réassurance.

CEA : Commissariat à l'énergie atomique

Cemagref : Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement

CGGREF : Conseil général du génie rural, des eaux et forêts.

CGPC : Conseil général des ponts et chaussées.

CMT : *Centroid moment tensor*

Corinte : communes à risques naturels et technologiques

CRED : *Centre for Research of Epidemiology of Disasters*

CSEM : Centre sismologique euro-méditerranéen

DASE : Département analyse, surveillance, environnement

DCS : document communal synthétique.

DIREN : Direction régionale de l'environnement

DNP : Direction de la nature et des paysages

DPPR : Direction de la prévention des pollutions et des risques.

DT : dépression tropicale

Échelle de Richter : échelle ouverte – c'est à dire non bornée par une valeur maximale – identifiant la magnitude d'un séisme. On notera que les effets des séismes en France et en Europe sont calés selon les échelles Medvedev, Sponheuer, Karnik (MSK) ou *European Macrosismic Scale (EMS 98)* définies en douze degrés.

EMS : *European Macrosismic Scale*

Enjeu : personnes, biens, activités, moyens, patrimoine, etc. susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel (voir le guide général relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles – PPR).

Épicentre : zone d'intensité maximale.

ERP : établissement recevant du public

FEMA : *Federal Emergency Management*

GSC : Géosciences Consultants

ICB : inondations et coulées de boue

IGA : Inspection générale de l'administration

IGE : Inspection générale de l'environnement

IGH : immeuble de grande hauteur

IPGP : Institut de physique du globe de Paris

IUFM : Institut universitaire de formation des maîtres

Marée de tempête : élévation anormale du niveau de la mer liée au passage d'une zone de basse pression (par exemple : tempête, ouragan, cyclone) par afflux d'eau à la côte ; la marée de tempête intègre les effets de la marée astronomique ; hors effet de marée astronomique, on parle d'onde de tempête ; les effets de la marée astronomique peuvent être négligeables devant les effets de l'onde de tempête.

MEDD : Ministère de l'écologie et du développement durable.

Munich Ré : Munich de Réassurance

NOAA : *National Oceanic and Atmospheric Administration*

PPR : plan de prévention des risques

PPR-I : plan de prévention du risque inondation

REX : Retour d'expérience.

RMC : Rhône-Méditerranée-Corse.

SATOI : système d'alerte aux tsunamis pour l'océan Indien

SEI : Service de l'environnement industriel

SDPRM : Sous-direction de la prévention des risques majeurs

Swiss Ré : Suisse de Réassurance.

TU : temps universel

Unesco : *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*

USGS : *United States Geological Survey*

UTC : unité de temps coordonnée

■ Références bibliographiques

Organisation du retour d'expérience dans le domaine des risques naturels, Conseil général des ponts et chaussées, Mission d'inspection spécialisée de l'environnement, 19 mai 1999.

Détermination d'une échelle d'intensité en cinq niveaux par types de phénomènes naturels, Ministère de l'écologie et du développement durable, GSC, Cemagref, Météo-France, juin 2003.

Plans de prévention des risques prévisibles (PPR) - Guide général, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et Ministère de l'équipement, des transports et du logement ; La Documentation Française (1997).



Direction de la Prévention des pollutions et des risques - Sous-direction de la Prévention des risques majeurs - Cellule Retour d'expérience
20, avenue de Ségur, 75302 Paris 07 SP - <http://www.ecologie.gouv.fr> - <http://www.prim.net>