



LES RISQUES NATURELS EN POLYNÉSIE



MOUVEMENT DE TERRAIN



INONDATION



SUBMERSION MARINE



CYCLONE



TSUNAMI



En Polynésie française plus de la moitié de la population a déjà été confrontée à un phénomène naturel dangereux tels que les cyclones, les tsunamis, les glissements de terrain, la houle, etc. Ils ont eu, et pourraient avoir, de lourdes conséquences sur les personnes et les biens. Ce livret a pour but de présenter chacun des 5 risques naturels présents en Polynésie.

Ce document d'information sur les risques naturels en Polynésie française a été conçu dans le cadre du programme ARAI mené par le BRGM entre 2002 et 2006.
(www.brgm.fr)

Le programme ARAI représente un investissement total de 437 MF, financé à parts égales par l'Etat, le Pays et le BRGM.



POURQUOI LA POLYNÉSIE EST-ELLE EXPOSÉE AUX RISQUES NATURELS ?

Le Fenua, 121 îles regroupées en cinq archipels : les Marquises, les Tuamotu, les Gambier, la Société et les Australes. La position de ces îles en zone inter-tropicale les expose au passage régulier des dépressions et des cyclones, provoquant vents violents, pluies diluviennes, crues torrentielles, inondations, mouvements de terrain, houles et marées de tempête.

Les effets des houles saisonnières générées dans les mers du Sud sont souvent ressentis.

Dans les îles hautes, les pluies tropicales abondantes, les reliefs escarpés, la géologie et la structure des terrains ainsi que l'altération très poussée des roches volcaniques en « mamu » favorisent l'apparition de mouvements de terrain (glissements, ébou-

lements, coulées boueuses, arrachements et chutes de pierres).

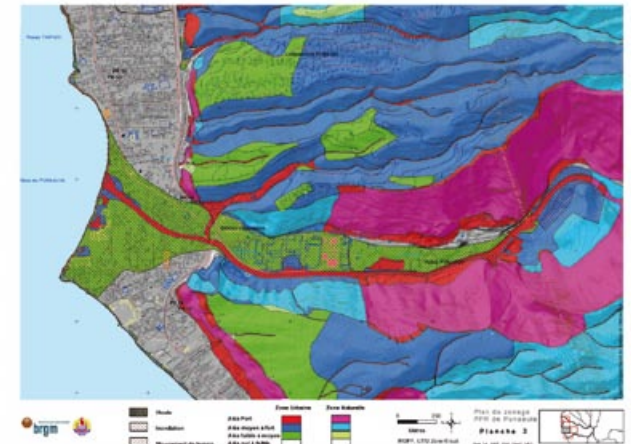
Enfin, il existe autour de l'Océan Pacifique, de grandes failles géologiques qui peuvent être à l'origine de forts séismes ; ces séismes peuvent créer de grandes vagues appelées « tsunamis » qui peuvent traverser l'océan et toucher les côtes de Polynésie.



Quelle prévention des risques sur le fenua ?



En Polynésie française, la gestion des risques naturels est une compétence partagée entre l'Etat et le Pays. L'Etat gère l'ensemble des questions relatives à la gestion de la sécurité civile et des situations de crise (élaboration de plans de secours, gestion des alertes, mise en œuvre de plans, aides afférentes aux communes, information préventive associée, etc.). Le Pays a en charge la prévention des risques naturels à travers leurs prise en compte dans l'aménagement du territoire et la conduite d'actions d'information préventive. Le Pays dispose notamment pour remplir sa mission d'un outil réglementaire, le PPR ou Plan de Prévention des Risques naturels.



Exemple de Plan de Zonage Réglementaire du PPR de Punauia (mai 2006)

Les premiers dossiers de PPR ont été mis en place pour chaque commune, dans le cadre du programme ARAI (Aléa, Risque, Aménagement et Information) mené par le BRGM (Etablissement Public de l'Etat), entre 2002 et 2006. Le PPR permet de faire connaître les zones à risques et d'y associer des règles visant à mieux protéger les constructions et aménagements, actuels et futurs.

Le programme ARAI a permis de réaliser un recensement le plus large possible des catastrophes naturelles et des désordres plus modestes de toutes natures, ayant affecté le Fenua et a permis également de mieux

comprendre la nature et l'intensité des phénomènes naturels dangereux présents sur le territoire, ainsi que leur répartition au sein des îles, et d'un archipel à l'autre.

Des actions d'information

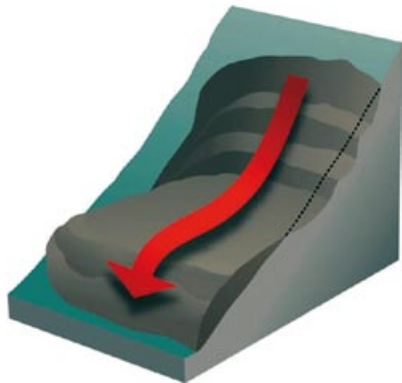
préventive ont débuté et vont se poursuivre : élaboration et diffusion de documents d'information auprès des communes, élaboration d'un CD-ROM éducatif à l'attention des scolaires, conférences publiques, etc.



MOUVEMENT DE TERRAIN

Un mouvement de terrain est un déplacement plus ou moins brutal du sol ou du sous-sol ; il est fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques.

En Polynésie française, les Iles hautes sont régulièrement soumises à ces phénomènes. Leurs caractéristiques géologiques (roches volcaniques), morphologiques (reliefs très escarpés) et le climat auquel elles sont soumises (pluies tropicales) en font des terrains très vulnérables.



Les formations volcaniques s'altèrent fortement pour donner le *Mamu*, nom polynésien des altérites. Celles-ci vont se déstabiliser et générer des glissements de terrain lorsqu'elles sont saturées en eau. Ces glissements de terrain peuvent être plus ou moins rapides en fonction de la pente et de la saturation en eau. Ils peuvent ainsi se transformer en coulées de boues qui vont se propager sur de plus grandes distances.

Les formations volcaniques forment souvent des falaises ou des pentes très abruptes desquels peuvent se détacher des blocs de taille plus ou moins grande et en quantité plus ou moins importante. Ces chutes de blocs ou éboulements sont des phénomènes très rapides et les blocs peuvent parfois parcourir de grandes distances.



- 1 En 1999, un éboulement de falaise à Fatu Hiva provoque un tsunami dévastateur dans l'île.
- 2 Glissement de 150.000 m³ survenu en 2000 dans la vallée de Tipaerui à Papeete.
- 3 En 2006, l'éboulement/coulée de Moorea nettement visible depuis Papeete.
- 4 Glissements de terrain évoluant en coulées de boue à Raiatea et Tahaa.
- 5 A Ua Pou en 1983, un glissement a provoqué une lave torrentielle sur plus de 4 km.
- 6 Un éboulement de talus

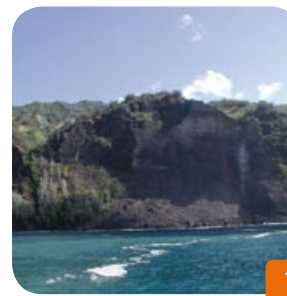
Les facteurs déclenchants et aggravants



Les mouvements de terrain surviennent le plus souvent lors de fortes pluies. Les circulations d'eau en surface et au sein des terrains, de même que la saturation des sols, contribuent fortement à leur déstabilisation.

Les fortes pentes sont un facteur aggravant, mais des phénomènes de grande ampleur se produisent parfois sur de faibles pentes.

L'action de l'homme peut-être très néfaste, lorsqu'elle perturbe exagérément l'équilibre naturel des pentes : déforestation, la création de talus, de terrasses, extraction de matériaux ...



1



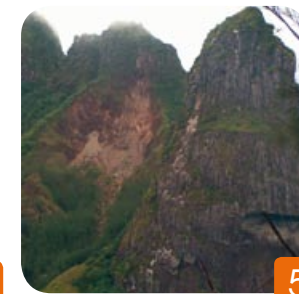
2



3



4



5



6

Au cours des 20 dernières années, des mouvements de terrain ont coûté la vie à 35 personnes et provoqué de lourds dégâts matériels à Moorea, Tahiti, Huahine, Raiatea et Tahaa.

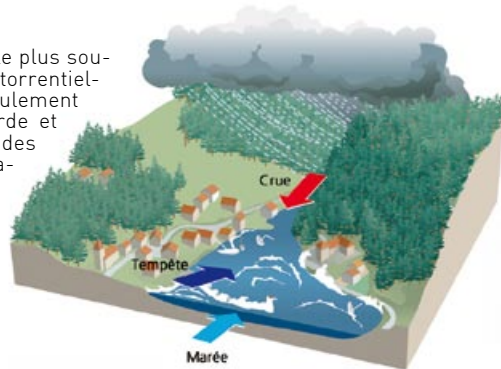


INONDATION

On parle d'inondation dès lors qu'il y a montée des eaux ou simple présence d'écoulements rapides dans des zones habituellement « au sec ». Le danger est lié à la hauteur d'eau, à la vitesse d'écoulement et à la quantité de matière solide (naturelle ou pas) transportée.

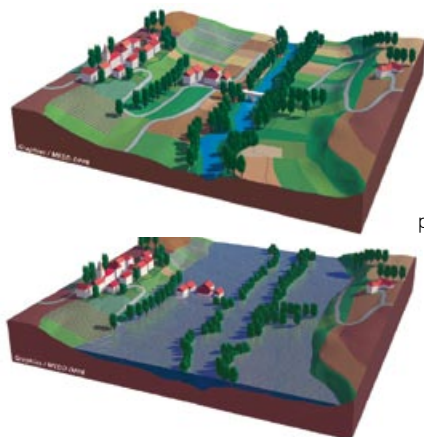
En Polynésie française, les Iles Hautes sont régulièrement soumises à ces phénomènes. Leurs caractéristiques géologiques (roches volcaniques), morphologiques (reliefs très escarpés) et le climat auquel elles sont soumises (pluies tropicales) en font des terrains très vulnérables. Sur le Fenua, ce sont essentiellement les îles hautes de la Société et des Marquises qui sont concernées. L'archipel des Australes est relativement épargné du fait de ses faibles reliefs et les Tuamotu ne sont donc pas concernés.

Dans les îles hautes, les inondations sont le plus souvent liées aux torrents. On parle de crues torrentielles. Lorsque le lit mineur (section d'écoulement habituelle) ne suffit plus, la rivière déborde et occupe progressivement le lit moyen (lieu des crues fréquentes) et plus rarement le lit majeur (crues exceptionnelles). Souvent, lit moyen et lit majeur sont confondus. Les torrents peuvent changer temporairement ou définitivement de lit mineur au sein du lit majeur, lors d'une même crue.



Graphies : MEDD-DPPR

Dans les plaines côtières étroites, les cours d'eau gardent leur caractère torrentiel. Toutefois, la diminution des vitesses d'écoulement et la morphologie moins encaissée favorisent les débordements qui peuvent s'étendre loin dans la plaine. En dehors des rivières, la plaine peut aussi être inondée par l'accumulation des eaux pluviales favorisée par les faibles pentes et l'absence ou le sous-dimensionnement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales. Dans certains cas, ce sont les nappes d'eau souterraines en charge qui affleurent en surface.



- 1.1 Taipivai (Nuku Hiva), avant la crue
- 1.2 Taipivai, pendant la crue du 14 janvier 2004
- 2 Crue de la Vaiatiu à Paea (Reva 1983)
- 3 Inondation à Papeari (1977)

Les facteurs d'inondation

Dans les torrents en crue, les eaux s'écoulent très vite, charrient de nombreux débris (blocs, troncs, branches et parfois débris divers liés aux activités humaines). Leur pouvoir érosif et destructeur est donc très important. Là où le lit de la ravine rétrécit ou sous les ponts, ces débris forment parfois des barrages ou « embâcles ». Leur rupture brutale provoque une onde de crue très dévastatrice. Suivant les cas, on parle de coulée de boue ou de débris, ou encore de laves torrentielles.

Ces phénomènes sont aggravés par l'urbanisation qui augmente la superficie des terrains imperméables et supprime des zones de végétation naturelle qui retiennent les eaux et les matières solides. La mauvaise gestion des écoulements constitue souvent le facteur aggravant principal : réseaux d'assainissement sous-dimensionnés ou inadaptés, ouvrages hydrauliques inadéquats, rétrécissement des sections d'écoulement, modification des tracés naturels, rejets « sauvages » des eaux pluviales, mauvais entretien des cours d'eau et de leurs abords, etc.

Quelques grandes inondations sur le fenua

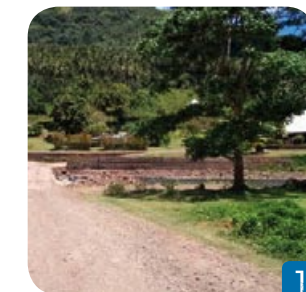
En 1977, Papeari est inondé, la route de ceinture est recouverte par 1 m d'eau, elle s'est effondrée localement.

En 1983, à Tahiti, lors des cyclones Veena et Reva, les rivières ont débordé causant de nombreux dégâts, notamment sur la côte ouest.

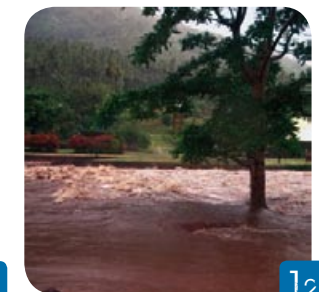
En 1998, le cyclone Alan a provoqué à Raiatea, Tahaa et Huahine, des crues chargées (coulées de boues et de débris divers) dévastatrices. Il y a eu plus d'une dizaine de victimes.

La même année à Tahiti, il y a eu 2 morts et des dégâts importants (ponts et routes) pour 7 milliards de CFP. 600 habitants de la vallée de la Hamuta ont été évacués vers Papeete.

Aux Marquises en 1983, lors du cyclone Nano, en 1985, puis récemment en 2004 et 2005, l'archipel a connu de fortes précipitations qui ont entraîné de nombreux dégâts.



1.1



1.2



2



3



SUBMERSION MARINE

La submersion marine désigne l'envahissement temporaire ou durable des zones côtières par la mer, occasionnant des inondations et d'éventuelles modifications de la morphologie côtière, du fait de l'action dynamique des vagues.

Sur le Fenua, ce sont essentiellement les Tuamotu et Gambier qui sont concernés. Les autres archipels sont relativement épargnés lorsqu'ils sont protégés par un lagon et un récif.

La submersion, par rapport au niveau moyen de la mer, a plusieurs composantes :

La marée astronomique, d'amplitude généralement limitée en Polynésie à 30 centimètres

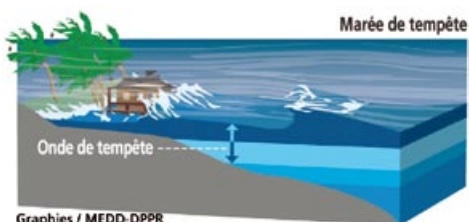
La marée de tempête, liée au cyclone. Elle résulte d'un effet combiné des faibles pressions au sein du système, du déplacement des masses d'air et de la morphologie côtière. En théorie, les valeurs attendues au rivage sont de l'ordre de +0,1 à +0,3 m

La surcote liée à la houle, (saisonnière ou cyclonique). La houle correspond

à l'agitation d'une colonne d'eau qui va déferler lorsqu'elle interagit avec le fond de la mer. Il en résulte une élévation du niveau d'eau après déferlement, directement au rivage dans les zones non protégées par un récif. En présence de récif, le déferlement des vagues entraîne une montée des eaux dans le lagon, plus connue sous le terme d'ensachage. Dans les cas extrêmes, la surcote générée par la houle varie de +1 m à +3 m en fonction du contexte.

La montée des eaux liée au réchauffement climatique. Dans les 100 prochaines années, le niveau des mers pourrait monter de + 0,9 m selon les estimations maximales admises en 2001 au sein du Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC). Certaines estimations actuelles font état de + 6 m.

Les inondations liées aux tsunamis : voir page 11.



Graphies / MEDD-DPPR

- 1 Vague traversant un Fare à Faaone
- 2 Inondation à Rangiroa, lors du cyclone Orama en 1983
- 3 Houle cyclonique
- 4 Le village dévasté de Tukahora à Anaa après le cyclone de 1983

Quand la houle déferle sur le fœnu

Les Tuamotu ont été particulièrement touchés par les cyclones du début du XX^e siècle. La houle y a provoqué plusieurs centaines de morts. Des surcotes de 2 à 3 m ont été relatées presque partout avec des valeurs plus élevées ponctuellement. À Tahiti, des témoignages rapportent qu'en 1905, les vagues seraient rentrées jusqu'à 180 m à l'intérieur de Papeete.

La houle associée aux cyclones de la terrible année 1983 (Nano, Orama, Reva, Veena) a fait de lourds dégâts dans les Tuamotu et dans les îles de la Société.

La houle saisonnière peut également s'avérer très dévastatrice, comme ce fut le cas en 1996 presque partout en Polynésie, et encore plus récemment en septembre 2005 avec des dégâts importants à Bora Bora, Raiatea, Tahiti ainsi qu'aux Tuamotu.

Quels effets ?

On distingue en premier lieu, une frange le long du rivage, directement exposée aux effets dynamiques des vagues après déferlement. Plus le déferlement a lieu près du rivage, plus l'impact est important. C'est la raison pour laquelle l'intérieur des lagons est relativement protégé. En revanche, toutes les zones directement en contact avec l'océan profond (baies aux Marquises, zones à récif frangeant ou à haut fond, bord extérieur des motu périphériques des îles hautes et atolls) sont très fortement exposées. Suivant le contexte, l'effet des vagues peut se faire sentir sur plusieurs dizaines de mètres de large depuis le rivage.

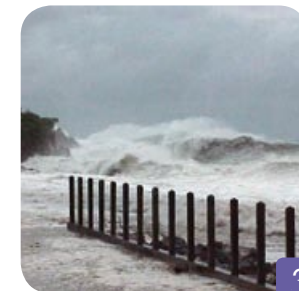
On considère par ailleurs, une aire d'inondation liée à la houle mais qui intègre aussi, à des degrés divers, les autres composantes de la submersion marine. Il s'agit notamment de la marée astronomique et de la marée de tempête en ce qui concerne les submersions courantes (hors phénomènes de tsunami). Pour une amplitude extrême de houle en pleine mer (10 à 12 m), les valeurs de surcote totale varient de 1,5 m à 3 m suivant le contexte.



1



2



3



4

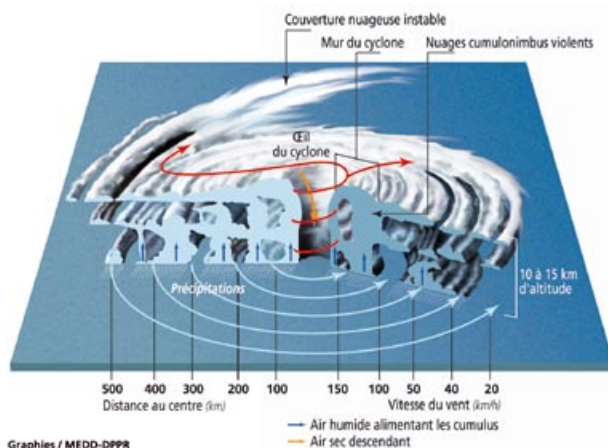
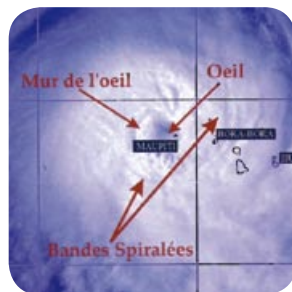


CYCLONE

Un cyclone est un système de vent en rotation de grande échelle, dû à une libération de l'énergie thermique accumulée dans l'océan vers l'atmosphère. D'une durée de vie de quelques heures à une trentaine de jours, ils naissent au-dessus des eaux chaudes tropicales, le plus souvent au sein de la Zone de Convergence du Pacifique Sud pour ceux qui affectent la Polynésie française.

La structure générale d'un cyclone est caractérisée par une énorme masse nuageuse en spirale pouvant s'étendre sur un rayon de 100 km à 500 km. Autour de l'œil du cyclone se trouve un « mur de nuages », zone la plus dangereuse pour les pluies et vents, pouvant atteindre 150 km de large depuis l'œil.

Les effets du cyclone sont liés aux vents violents, aux fortes précipitations et à l'état de la mer (houles et surcotes). Les vents (sur lesquels s'appuie la classification) peuvent souffler à plus de 300 km/h en rafales, et sont la cause de dégâts considérables sur le milieu construit et la végétation.



Graphies / MEDD-DPPR

Selon la vitesse du vent, la classification en vigueur sur le Fenua est la suivante :

- de 50 à 61 km/h
Dépression tropicale faible
- de 62 à 87 km/h
Dépression tropicale modérée
- de 88 à 117 km/h
Dépression tropicale forte
- de 118 à 176 km/h
Cyclone tropical
- 177 km/h et +
Cyclone tropical intense

1 Cyclone à Tairarapu est

2 Houle à Bora Bora en 2005

Quand les cyclones traversent le fenua

Les Tuamotu ont été particulièrement touchés par les cyclones du début du XX^e siècle (1901, 1903, 1905, 1906). Le vent et la mer y ont provoqué plusieurs centaines de morts. L'année 1983 est l'une des plus remarquables. Entre janvier et avril, 5 cyclones tropicaux puissants (Nano, Orama, Reva, Veena qui succédaient à Lisa fin 1982) ont ravagé les Tuamotu, la Société et dans une moindre mesure les Marquises. Des vents maximum de 180 à 200 km/h ont notamment été associés à Orama et Veena. Au cours des années 90, le Fenua a subi 7 cyclones et 6 dépressions dont Martin et Osea (Société) en 1997. Mais c'est incontestablement l'année 1998 qui reste dans les mémoires avec la dépression Alan (fortes précipitations), une dizaine de morts et plusieurs centaines de fare détruits aux îles Sous-le-Vent.

Quels effets sur le fenua ?

Les pluies ou précipitations peuvent être très abondantes avec des cumuls de quelques centaines de mm/24 h. Elles provoquent divers phénomènes dangereux tels que les crues torrentielles, inondations, coulées de boues, ravinements, glissements de terrain, etc. Concernant l'état de la mer, on distingue la houle dont l'amplitude en pleine mer peut atteindre 12 à 15 m et dont le déferlement au rivage dans les zones non protégées peut engendrer des dégâts sévères. Il y a, par ailleurs, la surcote marine qui inonde les rivages. Il s'agit de l'élévation du niveau de la mer due à l'accumulation d'eau après déferlement de la houle, à la marée de tempête (liée au système cyclonique). La valeur totale de surcote peut atteindre 1,5 m à 3 m suivant le contexte.



1a



1b



2a



2b



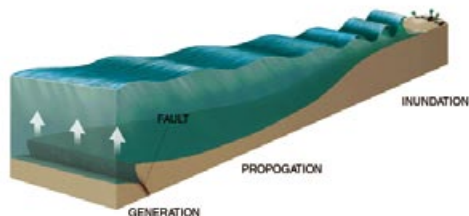
TSUNAMI

Un tsunami ou raz-de-marée est une vague soudaine, pouvant être énorme et dévastatrice, qui est provoquée par un mouvement brutal du fond de la mer consécutif à un séisme, une éruption volcanique, un mouvement de terrain sous-marin ou côtier.

Sur le Fenua, ce sont surtout les Marquises et quelques côtes exposées sur la Société qui sont concernées. Aux Australes, seules certaines îles peuvent être touchées (Rimatara et Rurutu). Les Tuamotu ne sont pas concernés du fait de la pente océanique verticale des atolls.

La plupart du temps, les tsunamis sont générés par un déplacement brutal du fond marin suite à un grand tremblement de terre (magnitude > 7), peu profond (- de 50 km). L'onde ainsi créée mobilise une colonne d'eau de X m d'épaisseur. En pleine mer les vagues se propagent à la vitesse d'un avion de ligne (entre 500 et 800 km/h). En revanche, la hauteur des vagues est faible (moins d'un mètre) et la longueur d'onde (distance entre deux vagues) mesure jusqu'à 200 km.

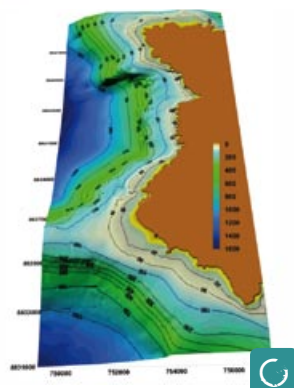
Les vagues traversent ainsi les océans sur de grandes distances. A l'approche des côtes, lorsque la profondeur diminue, la colonne d'eau en mouvement dispose de moins d'espace. En conséquence, la vitesse des vagues diminue en même temps que leur hauteur augmente démesurément avant de venir déferler sur le rivage.



A



B



C

- A Tourbillon, généré par un tsunami à Hiva Oa en 1995
- B La Côte de Papenoo après le tsunami en 1946
- C L'absence de récif et la configuration en baies favorisent la formation de grandes vagues

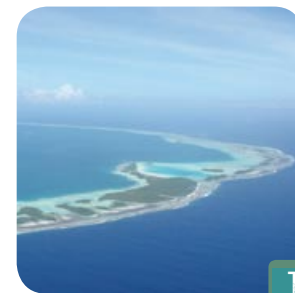
Quels effets sur le fenua ?

Toutes nos îles ne présentent pas les mêmes 'bordures' sous-marines. De ce fait, pour un même tsunami, l'effet au rivage sera très différent d'une île à l'autre et d'un point à un autre d'une même île.

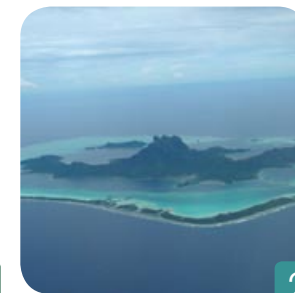
- 1 Les atolls avec des pentes récifales externes très fortes, n'augmentent pas l'amplitude des vagues. L'effet y est limité.
- 2 Les îles hautes avec lagon comme la plupart des îles de la Société ou des Australes, bénéficient également de la protection du récif. Dans la plupart des cas, le tsunami se traduira par une montée des eaux, provoquant des inondations de la plaine littorale.
- 3 Les zones de hauts fonds (côte est de Tahiti) sans véritable récif continu, voient la formation de vagues qui déferlent sur le rivage.
- 4 Avec l'absence de récif, les Marquises font exception. L'absence de récif, la configuration en baies et la remontée très progressive du fond marin depuis le large, justifie la formation de vagues de grande ampleur pour les tsunami majeurs. La mer se retire sur plusieurs dizaines de mètres puis envahit les plaines côtières sur plusieurs centaines de mètres, jusqu'à des altitudes de 10 à 20 mètres suivant la configuration.

Quand les tsunamis déferlent sur le fenua

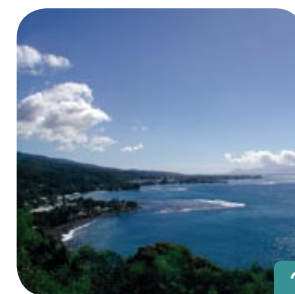
De 1830 à nos jours, 18 tsunamis ont touché les côtes polynésiennes. Les deux tsunamis de référence sont ceux de 1946 originaire des Aléoutiennes et celui de 1960 originaire du Chili. Les îles de la Société, les Tuamotu et les Australes ont été relativement épargnées. Mais il y a eu des dégâts importants à Papeete et sur toute la côte est. C'est aux Marquises que les effets ont été les plus marquants (pénétration des eaux sur plusieurs centaines de mètres et jusqu'à des altitudes de 10 à 20 m localement). A Tahiti, le niveau maximal d'inondation a été de 1 m dans les zones protégées, et jusqu'à 3 m dans les zones les plus exposées de la côte est. A noter en 1999, à Fatu Hiva aux Marquises, le seul tsunami d'origine locale connu, généré par un éboulement de grande ampleur.



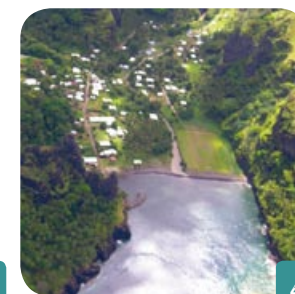
1



2



3



4



Pour tout renseignement contactez :
le Service de l'Urbanisme
Centre administratif. 4^e étage, Rue Destremeau.
BP 866, 98713 Papeete - Tél. 46 80 23 - www.urbanisme.gov.pf
ou la Mairie de votre commune