



Direction des applications militaires
Centre DAM Île de France
Département analyse, surveillance, environnement
Service laboratoire de détection et de géophysique

énergie atomique • énergies alternatives

CEA/DIF/DASE/LDG
DO 14 10/01/11



11RRBE000020
Diffusé le 12/01/11

SURVEILLANCE GEOMECANIQUE DE L'ATOLL DE MURUROA

CONSEQUENCES POUR L'ATOLL DE TUREIA D'UN GLISSEMENT DE TERRAIN DE GRANDE AMPLEUR A MURUROA

M. FLOUZAT

A-24100-00-11-PW-22

Date d'émission : 10 janvier 2011

Nombre de pages : 13

ENV.SURGE.R.BB.DET.CP.11.01.10.A

Le Chef du L.D.G.

R. CRUSEM

Le Chef du D.A.S.E

B. FEIGNIER

C.E.A. -D.A.M.

FICHE DOCUMENTAIRE
DAM

1 - Organisme Emetteur* Centre : DIF Direction : Ile de France Département : DASE Service : LDG	2 - Classification * <p style="text-align: center;">DO</p> * ** SDNP, SD, CD, SC, CI, CC, DR, DO						
	3 - Référence à Projet Surveillance du site de Mururoa EOTP A-24100-00-11-PW-22						
<u>IDENTITE DU DOCUMENT</u>							
4 - Nature R	5 - Identification <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Document Secret</td> <td>Autres documents</td> </tr> <tr> <td></td> <td>14/DO</td> </tr> </table>	Document Secret	Autres documents		14/DO	6 - Date 10/01/2010	7 - Nbre de pages 13
Document Secret	Autres documents						
	14/DO						
8 - Auteur (s) : M. FLOUZAT							
9 - TITRE : Surveillance géomécanique de l'atoll de Mururoa : Conséquences pour l'atoll de Tureia d'un glissement de terrain de grande ampleur a Mururoa.							
10 - Résumé Afin d'évaluer les conséquences sous l'atoll de Tureia, d'une vague qui serait générée à Mururoa à la suite d'un glissement de terrain de grande ampleur, des simulations numériques ont été effectuées. Ce document présente une synthèse des résultats, en considérant l'hypothèse maximisante mettant en jeu un volume de l'ordre de 670 millions de m ³ . La vague produite sur l'atoll de Mururoa atteindrait la pointe sud de Tureia en 10 mn et la pointe nord en 13 mn. Des parties de la zone sud-ouest de l'atoll de Tureia seraient recouvertes tandis que la vague serait sans conséquences pour les zones situées au-dessus de 3 m d'altitude, dans le secteur de la pointe nord, zone du village de Fakamaru.							
11 - Descripteur (s) proposé (s) Mots Clés : Tureia, Mururoa, vague, glissement de terrain.							

* Sigles de la circulaire DAM/DRIF/Y n° 61 du 2/1/97

SURVEILLANCE GEOMECANIQUE DE MURUROA

CONSEQUENCES POUR L'ATOLL DE TUREIA D'UN GLISSEMENT DE TERRAIN DE GRANDE AMPLEUR A MURUROA

	REDACTEURS	APPROBATEURS		EMETTEUR
		TECHNIQUE	QUALITE	
NOM	M. FLOUZAT	PH. HEINRICH	J.M. GUERIN	R. CRUSEM
UNITE	DASE/LDG	DASE/LDG/SEG	DASE/LDG	DASE/LDG
DATE DU VISA	10.01.2011	10.01.2011	10.01.2011	10-1-11
VISA	<i>M. Flouzat</i>	<i>Ph Heinrich</i>	<i>J.M. Guerin</i>	<i>R. Crusem</i>

CARTOUCHE DES EVOLUTIONS			
INDICE	DATE	REDACTEUR	MOTIF ET NATURE DES EVOLUTIONS
A	10/01/2011	M. Flouzat	Edition Initiale

Table des Matières

1. INTRODUCTION	5
2. RISQUES LIES A L'EVOLUTION GEOMECANIQUE DE L'ATOLL DE MURUROA.....	5
3. SIMULATION NUMERIQUE DES EFFETS HYDRAULIQUES.....	7
4. LES MOYENS DE LA SURVEILLANCE GEOMECANIQUE.....	9
5. CONCLUSION	11
6. REFERENCES	12

SURVEILLANCE GEOMECHANIQUE DE MURUROA

CONSEQUENCES POUR L'ATOLL DE TUREIA D'UN GLISSEMENT DE TERRAIN DE GRANDE AMPLEUR A MURUROA

1. INTRODUCTION

L'atoll de Mururoa fait l'objet d'une surveillance géomécanique depuis 1980. Cette note présente une estimation des conséquences sur l'atoll de Tureia, du glissement d'une partie de la couronne corallienne de l'atoll de Mururoa. Ces informations sont nécessaires pour que les moyens de surveillance géomécanique de l'atoll de Mururoa soient dimensionnés au mieux.

2. RISQUES LIES A L'EVOLUTION GEOMECHANIQUE DE L'ATOLL DE MURUROA

L'atoll de Mururoa est formé d'un ancien volcan submergé sous l'effet de l'érosion et de la subsidence, entouré d'un récif corallien constitué de carbonates.

Des arrachements au niveau de la falaise corallienne et des avalanches sous-marines se sont produits sous l'effet des explosions souterraines réalisées sous l'atoll. Certains comme en 1979, ont généré des vagues qui ont submergé une partie de la couronne récifale de l'atoll de Mururoa.

Ces événements se sont limités à la côte sud-ouest de l'atoll de Mururoa. Cependant, malgré l'arrêt des expérimentations, ils sont susceptibles de se produire encore, notamment dans les secteurs sud-ouest et nord-est de l'atoll de Mururoa [1]. En effet, comme sur la plupart des atolls de Polynésie, des fractures bordières sont présentes, créées sur la pente externe du récif. A Mururoa, ces fractures ont été remobilisées par les sollicitations mécaniques générées par les expérimentations souterraines. Des blocs ainsi individualisés peuvent se détacher sous l'effet de la gravité, éventuellement déstabilisés par les conditions météorologiques (houles et tempêtes).

Dans la partie nord de l'atoll de Mururoa, les observations ont mis en évidence, dès le début de cette surveillance géomécanique, un mouvement lent des trois zones, Camélia, Françoise et Irène vers l'océan (Figure 1).

Le système de surveillance, appelé système TELSITE, a été modifié en 1996 après l'arrêt des expérimentations pour être supervisé depuis la métropole suite au démantèlement des installations de l'atoll. Ses objectifs et principes sont décrits dans le détail dans le guide de surveillance géomécanique [2]. Les principaux objectifs sont les suivants :

- Déclencher une alerte vers les personnels présents sur l'atoll de Mururoa, en cas de risque immédiat et imprévisible provenant de chutes de petites portions de falaise. Cette alerte est déclenchée automatiquement par le système TELSITE.
- Fournir des informations permettant d'établir un diagnostic de l'évolution de la zone nord. Des signes avant-coureurs d'une éventuelle déstabilisation de grande envergure seraient ainsi repérés quelques jours à plusieurs semaines à l'avance et permettraient de prendre les dispositions nécessaires à Mururoa et à Tureia.

Les mécanismes et volumes mis en jeu dans chacun des deux cas et les conséquences associées sont de natures différentes :

- Un arrachement de falaise d'un faible volume, inférieur à 50 millions de m^3 n'entraîne que des effets hydrauliques localisés à proximité de l'événement sur l'atoll de Mururoa. Il est sans conséquence sur les atolls voisins.
- Un glissement d'une partie plus importante de la zone nord-est de Mururoa qui pourrait mettre en jeu un volume maximum de l'ordre de 670 millions de m^3 . Le glissement en profondeur d'un important volume de roches carbonatées provoque un transfert d'énergie à une tranche d'eau engendrant un train de vagues dont la longueur d'onde est de quelques kilomètres et la vitesse de l'ordre de 600 km/h.

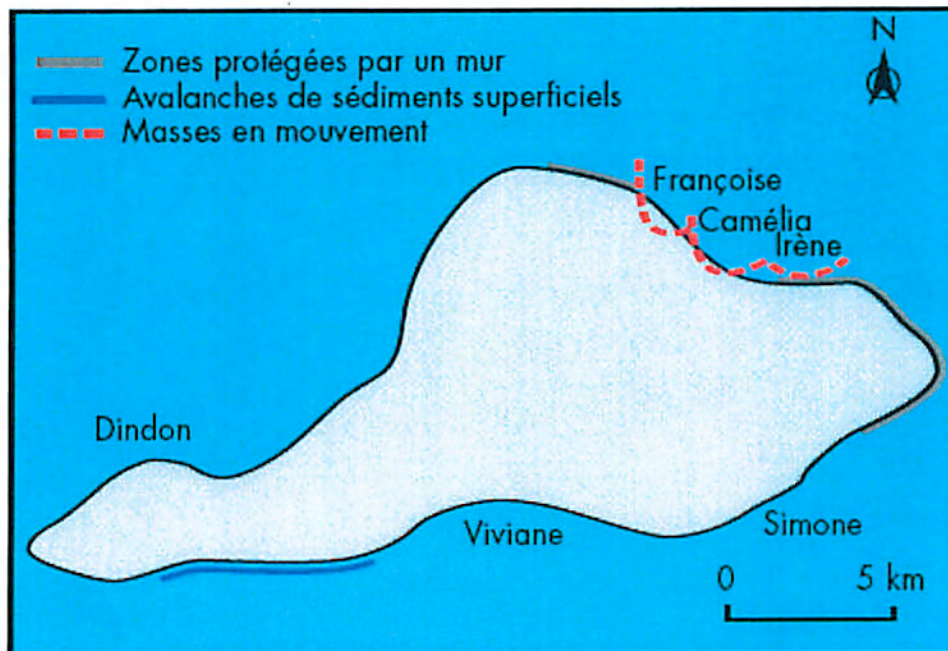


Figure 1 : Carte de l'atoll de Mururoa avec la position des zones en mouvement.

3. SIMULATION NUMERIQUE DES EFFETS HYDRAULIQUES

Pour estimer les hauteurs de vagues, des simulations d'effets hydrauliques à partir de scénarios de déstabilisation impliquant une partie importante des flancs de la couronne ont été récemment reprises et affinées afin d'intégrer les progrès effectués dans les codes de calcul.

Le scénario considéré est celui du glissement qui se produirait en zone Camélia, mettant en jeu un volume de 670 millions de m³, représentant l'hypothèse la plus enveloppante.

Les résultats des calculs pour l'atoll de Mururoa et pour l'atoll voisin de Tureia sont résumés comme suit :

Conséquences à Mururoa : les crêtes des vagues générées peuvent atteindre une hauteur de 20 m dans un rayon de 500 m autour de la source. La hauteur d'eau atteindrait 2 à 5 m en zone vie.

Conséquences à Tureia :

Cet atoll est situé à 105 km au nord-est de Mururoa.

- La zone sud de l'atoll est atteinte environ 10 mn après l'initiation du glissement
- La zone nord de l'atoll est atteinte environ 13 mn après l'initiation du glissement
- Un train de vagues serait produit dont la hauteur varie selon les secteurs de l'atoll (Figure 2).
 - Dans le secteur nord-ouest (zone de l'atoll bordée par une ligne orange), les zones situées à plus de 3 m d'altitude environ ne seraient pas atteintes par l'eau.
 - Dans les secteurs nord et est (zone de l'atoll bordée par une ligne jaune), les zones situées à plus de 1m d'altitude du côté océan ne seraient pas atteintes par l'eau.
 - Du côté lagon, les secteurs situés au nord et à l'est (zone de l'atoll bordée par une ligne verte) ne seraient pas atteintes par l'eau au-dessus d'une altitude de 50 cm.
- De la partie ouest à la pointe sud (zone de l'atoll bordée par une ligne rosée), la bande de terre séparant le lagon de l'océan serait submergée, notamment dans les parties basses de l'atoll associées à la présence d'hoas.
- Sur le platier externe (partie plate de la structure corallienne située côté océan (Figure 3), les vitesses des vagues seraient comparables à celles des vagues produites dans le cas de cyclones. Sur la bande de terre comprise entre le platier externe et le lagon, les vitesses des vagues dépendent fortement de la nature du sol et du type de végétation.

Les éléments donnés ci-dessus reposent sur un cumul d'hypothèses choisies comme les plus majorantes ou pénalisantes dans chaque étape du calcul (volume et cinétique du glissement, bathymétrie et topographie). Même avec ces hypothèses maximalistes, certaines parties de la zone nord où est situé le village de Fakamaru, ne sont pas atteintes par l'eau.



Figure 2 : Carte (simplifiée) des résultats de simulation des conséquences à Tureia en cas de vague générée par un glissement de terrain de grande ampleur à Mururoa, dans l'hypothèse maximisante impliquant un volume de 670 Mm³.

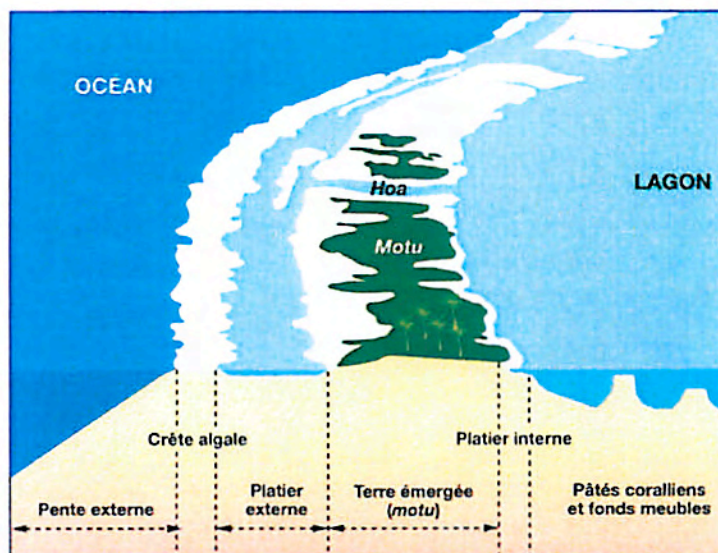


Figure 3 : Coupe schématique océan-lagon explicitant les structures morphologiques d'un atoll.

Compte tenu des courts délais de propagation de la vague, et de l'absence de retour d'expérience sur des phénomènes similaires, un système d'alerte immédiat au moment de la survenue du glissement n'est pas envisageable. En conséquence, la sécurité des personnes à Tureia, si un tel événement se produisait, repose sur la diffusion d'un préavis.

4. LES MOYENS DE LA SURVEILLANCE GEOMECHANIQUE

Au moyen du dispositif de surveillance actuel, le risque de survenue d'un glissement de grande envergure en zone nord-est de Mururoa serait détecté quelques jours à plusieurs semaines à l'avance. Des signes avant-coureurs seraient repérés grâce au suivi des indicateurs suivants (Figure 4):

- L'activité micro sismique de la zone nord enregistrée par le réseau de géophones en profondeur (4 stations à 3 composantes) ainsi que 2 sismomètres en surface.
- L'évolution de la déformation et de la fracturation de surface suivie par 6 stations GPS
- L'évolution des mouvements d'ensemble des flancs de l'atoll, suivie au moyen d'un dispositif équipant six Forages Inclines Latéraux (FIL) munis de câbles ancrés dans le terrain à leur extrémité (reliés en surface à des extensomètres), permettant ainsi de mesurer le déplacement intégré des masses sédimentaires.
- L'évolution de l'inclinaison des couches en profondeur initiatrices des mouvements par une chaîne d'inclinomètres, installée dans un forage au centre de la loupe Camélia.

Le suivi de ces indicateurs permet d'élaborer un diagnostic concrétisé par un indicateur appelé vitesse relative (VR).

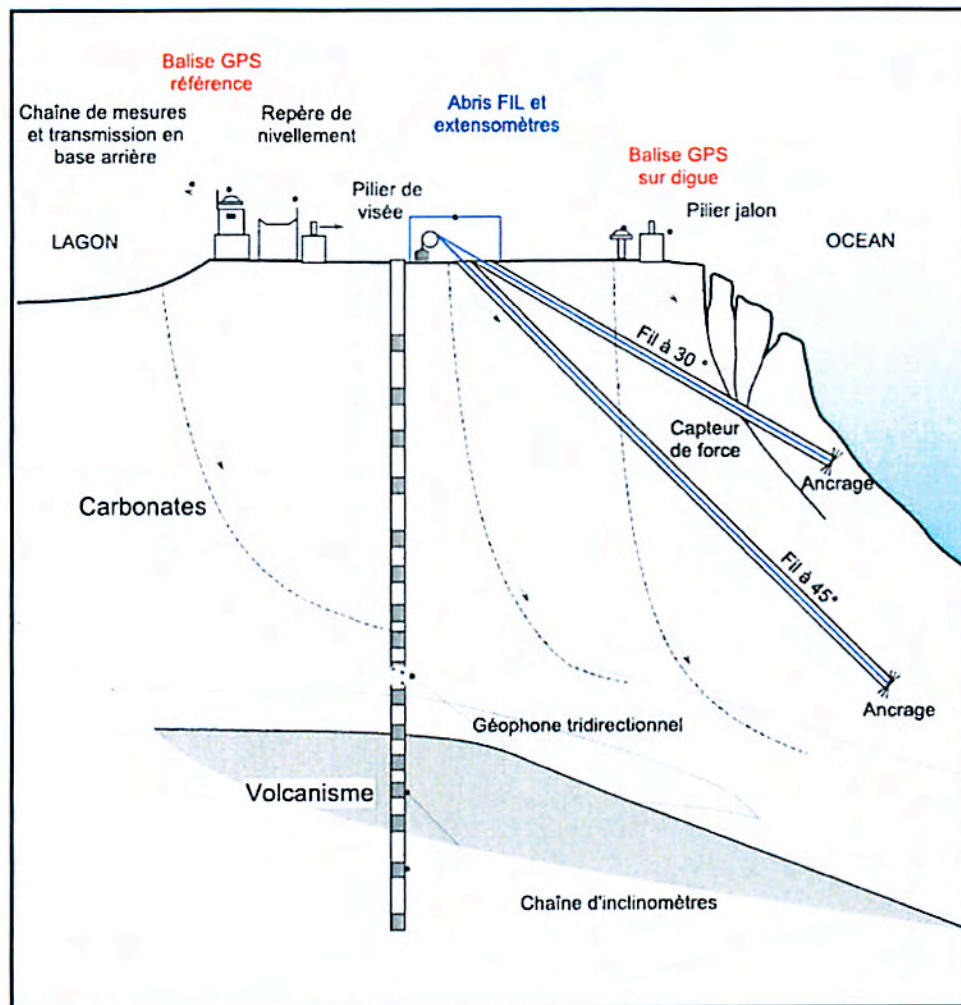


Figure 4 : Schéma de principe de l'instrumentation équipant la zone nord de Mururoa.

Cette vitesse relative est ensuite traduite en niveaux de risque (sur une échelle de 0 à 3), permettant de définir un délai de préavis en cas de déstabilisation de grande ampleur.

A ces niveaux de risque correspondent les stades opérationnels suivants à Mururoa :

Niveau 0 : stade actuel, la vie se déroule normalement sur site.

Niveau 1 et 2 : stade intermédiaire, une cellule de crise est constituée, les capacités d'analyse sont renforcées et la fréquence des mesures augmentée, l'accès en dehors de la protection des murs est interdit sauf pour raison de service.

Niveau 3 : stade irréversible, des dispositions d'évacuation du personnel présent sur l'atoll de Mururoa sont prises.

5. CONCLUSION

Les calculs récents montrent qu'en cas de glissement majeur à Mururoa, la vague produite localement atteindrait la pointe sud de Tureia en 10 mn. Dans le scénario le plus pénalisant, des parties de la zone ouest et sud de Tureia seraient recouvertes tandis que les parties de la zone nord situées à plus de 3 m d'altitude ne seraient pas atteintes par l'eau.

Compte-tenu des hauteurs d'eau qui seraient obtenues à Tureia, comme conséquences d'un glissement majeur à Mururoa, la prise en compte de ce risque reposerait sur un préavis à partir du système de surveillance TELSITE. Il devrait s'inscrire dans le cadre des plans de prévention mis en place par les autorités.

6. REFERENCES

- [1] DIRCEN-CEA, Document n° 7, Structural Integrity and Stability of the Atolls ; Data and Modelling, in Geomechanical and Radiological Impact of Nuclear Tests at Mururoa an Fangataufa, Paris, La Documentation Française, 1998.
- [2] DIRCEN-CEA, Document n° 12, Guide de Surveillance Géomécanique des Atolls de Mururoa et de Fangataufa, in Geomechanical and Radiological Impact of Nuclear Tests at Mururoa an Fangataufa, Paris, La Documentation Française, 1998.