

# Note macrosismique préliminaire du BCSF-RENASS



Essaim sismique à l'est de Mayotte :  
Analyse pour la période  
du 10 mai au 15 juin 2018.



Bureau central sismologique français  
Réseau national de surveillance sismique

 École et observatoire  
des sciences de la Terre  
de l'Université de Strasbourg

et du 



### **Directeur de publication**

- Frédéric Masson, Directeur EOST

### **Etude macrosismique**

- Christophe Sira, *EOST/UMS830-CNRS*
- Antoine Schlupp, *EOST/UMR7516-UNISTRA*
- Martial Bontemps, *OPGC*
- Edouard Regis, *OPGC*

### **Données instrumentales**

- Didier Bertil, *BRGM*
- Anne Lemoine, *BRGM*
- Agathe Roullé, *BRGM*
- Frédéric Tronel, *BRGM Mayotte*

### **Contexte général**

- Jérôme van der Woerd, *EOST/UMR7516-CNRS*
- Antoine Schlupp, *EOST/UMR7516-UNISTRA*

### **Remerciements**

Nous tenons à remercier le SIDPC de la Préfecture de Mayotte et notamment Nathalie Kaufeld-Schuler, l'ensemble des personnes des mairies, des gendarmeries, des pompiers et de la police municipale de Mayotte ayant participé ou aidé à l'enquête ainsi que les médias locaux et nationaux ayant relayé l'information auprès du public, et les particuliers ayant répondu à notre étude. Nous remercions tout particulièrement pour leur soutien à notre étude, Clément Guillermin (DEAL-Mayotte), Nicolas Taillefer (BRGM), Didier Bertil (BRGM), Frédéric Tronel (BRGM-Mayotte), Ali Madi (Mtsamboro), Jean-Marc Chastagnol (SIM-Mayotte).

### **Vérificateurs :**

- Marc Schaming, *EOST/UMR7516-CNRS*
- Jérôme Vergne, *EOST/UMR7516-UNISTRA*

Mots clés : Séisme, aléa, risque sismique, macrosismique, intensité, magnitude, Mayotte.

Pour citer cette note :

Sira C. , A. Schlupp, M. Bontemps, E. Regis, J. Van der Woerd – Essaim sismique à l'est de Mayotte. Analyse pour la période du 10 mai au 15 juin 2018, Note préliminaire du BCSF-RENASS, BCSF-RENASS2018-R4, 62 pages, 4 tableaux, 47 Fig., 5 annexes.

Cette note est téléchargeable à partir du site web du BCSF-RENASS : [www.franceseisme.fr](http://www.franceseisme.fr)

Pour contacter le BCSF ce courriel est à votre disposition : [bcsf@unistra.fr](mailto:bcsf@unistra.fr)

1. Contexte général.....	5
1.1 La séquence sismique de mai-juin 2018 .....	5
1.2 Sismicité historique connue .....	8
2. Etude macrosismique .....	9
2.1 Introduction .....	9
2.2 Typologie et vulnérabilité du bâti. ....	11
2.3 Bilan communal des dommages aux bâtiments induits par l'essai sismique depuis le 10 mai 2018 jusqu'à la date de la visite. ....	13
ACOUA :.....	14
BANDRABOUA : .....	16
BANDRELE : .....	18
BOUENI : .....	21
CHICONI : .....	23
CHIRONGUI : .....	25
DEMBENI : .....	26
DZAOUDZI-LABATTOIR : .....	29
KANI KELI : .....	31
KOUNGOU : .....	33
MAMOUDZOU : .....	35
MTSAMBORO : .....	38
MTSANGAMOUJI : .....	41
OUANGANI : .....	43
PAMANDZI:.....	45
SADA : .....	47
TSINGONI : .....	49
3. Conclusions .....	51
4. ANNEXES .....	53
Annexe 1 – Echelle d'intensité EMS98 simplifiée. ....	53
Annexe 2 – Formulaire d'enquête du BCSF ( <a href="http://www.franceseisme.fr">www.franceseisme.fr</a> ).....	56
Annexe 3 – Tableau des intensités EMS-98 équivalente par commune de Mayotte .....	59
Annexe 4 – Zonage sismique règlementaire .....	60
Annexe 5 – Glossaire et références .....	61

## 1. Contexte général

Mayotte est une île d'environ 30 km est-ouest par 40 km nord-sud qui fait partie de l'archipel des Comores situé au nord du canal du Mozambique qui s'étend d'ouest en est sur plus de 400 km, comprenant les îles principales de Grande Comores, Mohéli, Anjouan, et Mayotte. C'est un département français de 256518 habitants (population municipale recensement 2017) répartis sur 376 km<sup>2</sup> et 17 communes d'où une forte densité de population (682 hab./km<sup>2</sup>).

Le 10 mai 2018 commençait une séquence sismique (aussi appelée crise sismique, ou essaim de séismes) à environ 50 km à l'est des côtes de Mayotte qui se poursuit encore actuellement (en date du 11/07/2018) et dont plusieurs séismes ont été ressentis par la population qui a signalé des dégâts et fait part de son inquiétude. On parle de sismicité en essaim ou essaim de séismes dans le cas d'une sismicité qui s'étale dans la durée sans distinction d'un événement principal (par opposition à une séquence « classique » avec un choc principal de forte magnitude suivi de répliques de magnitudes de plus en plus faibles avec le temps).

### 1.1 La séquence sismique de mai-juin 2018

La séquence sismique de Mayotte a débuté le 10 mai 2018 à 50-60 km à l'Est de Mamoudzou (ville la plus importante de Mayotte avec environ 70000 habitants) avec des séismes de magnitude 3 à 4 (Fig.1). Jusqu'au 15 juin 2018 (période considérée dans ce rapport préliminaire), elle a produit de nombreux séismes dont plus de 1000 ont été enregistrés par le réseau local de stations sismologiques (BRGM, 2018). L'événement majeur a eu lieu 5 jours après le début de la séquence, le 15 mai 2018 avec un séisme de magnitude 5,7 estimée par le BRGM (Mw 5,8-5,9 USGS), précédé la veille par un séisme de magnitude 5,2. Depuis, la sismicité reste soutenue, avec une succession presque quotidienne de séismes de magnitude comprise entre 5 et 5,5 (tableau 1) et en moyenne une vingtaine de séismes de magnitude supérieure à 3,5 par jour avec un pic à plus de 80 le 1<sup>er</sup> juin 2018 (Fig. 2a).

Régionalement, les quelques mécanismes au foyer obtenus pour ses séismes situés dans l'Archipel des Comores montrent essentiellement des mécanismes en décrochement ou en extension. Les directions de décrochement sont soit E-W, soit N-S, les directions en extension sont obliques de NW-SE à NNW-SSE. Ceux de l'essaim proche de Mayotte et objet de ce rapport sont similaires (Fig. 1). Le mécanisme au foyer du choc majeur de la crise sismique de Mayotte (15/05/2018 M 5,7) montre un mécanisme principalement décrochant avec deux plans sub-verticaux, dextre E-W ou sénestre N-S (GCMT). Deux autres séismes (20/05/2018 M 5,0 et 21/05/2018 M 5,5) ont tous deux un mécanisme similaire au choc du 15 mai.

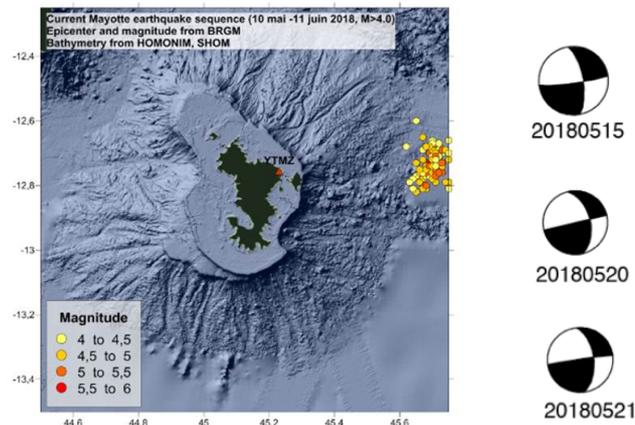


Fig.1 - Sismicité enregistrée à l'Est de Mayotte du 10 mai au 11 juin 2018 (d'après le BRGM). Mécanismes au foyer GCMT des séismes les plus importants (de haut en bas des 15, 20 et 21 mai d'après <http://www.globalcmt.org>).

Date-heure TU	Magnitude	Longitude	Latitude
14/05/2018 14:41:41	5,2	45,69	-12,70
<b>15/05/2018 15:48:07</b>	<b>5,7</b>	<b>45,71</b>	<b>-12,72</b>
19/05/2018 20:59:59	5,0	45,70	-12,76
20/05/2018 08:01:25	5,0	45,66	-12,76
21/05/2018 00:47:11	5,5	45,69	-12,73
22/05/2018 12:37:06	5,0	45,70	-12,75
25/05/2018 06:36:01	5,4	45,68	-12,76
25/05/2018 09:32:44	4,9	45,68	-12,74
26/05/2018 00:32:39	5,2	45,69	-12,75
28/05/2018 22:12:34	4,9	45,75	-12,72
30/05/2018 05:54:01	5,4	45,71	-12,75
30/05/2018 16:21:34	4,9	45,72	-12,73
01/06/2018 03:24:08	5,2	45,72	-12,72
01/06/2018 03:35:48	5,2	45,72	-12,74
01/06/2018 05:25:05	4,9	45,70	-12,78
01/06/2018 05:44:00	5,1	45,72	-12,74
01/06/2018 06:16:31	5,0	45,71	-12,69
01/06/2018 07:14:37	5,1	45,70	-12,74
01/06/2018 08:28:18	5,0	45,72	-12,74
02/06/2018 07:42:24	5,2	45,72	-12,74
02/06/2018 17:39:21	5,2	45,72	-12,72
03/06/2018 01:57:32	4,9	45,70	-12,75
03/06/2018 02:36:50	4,9	45,70	-12,76
03/06/2018 03:25:46	4,9	45,71	-12,76
03/06/2018 06:13:39	5,3	45,72	-12,75
03/06/2018 17:01:56	5,0	45,69	-12,74
04/06/2018 09:23:24	4,9	45,73	-12,73
04/06/2018 18:51:57	5,1	45,73	-12,69
04/06/2018 19:53:30	5,2	45,71	-12,75
04/06/2018 21:20:25	5,2	45,73	-12,76
05/06/2018 23:02:42	5,0	45,71	-12,77
06/06/2018 09:37:00	5,2	45,72	-12,76
07/06/2018 13:06:49	5,2	45,73	-12,73
07/06/2018 20:01:38	4,9	45,75	-12,72
08/06/2018 00:56:41	4,9	45,75	-12,72
08/06/2018 12:03:26	5,0	45,71	-12,71
08/06/2018 22:34:47	5,0	45,68	-12,80
12/06/2018 17:17:13	5,3	45,75	-12,77

Tableau 1: Localisation des 38 séismes de magnitude 4,9 et plus de l'essai sismique entre le 10 mai et le 15 juin 2018 (données D. Bertil, A. Lemoine et A. Roullé – BRGM). La profondeur a été fixée arbitrairement à 10km. L'incertitude de localisation est estimée à 10-12km.

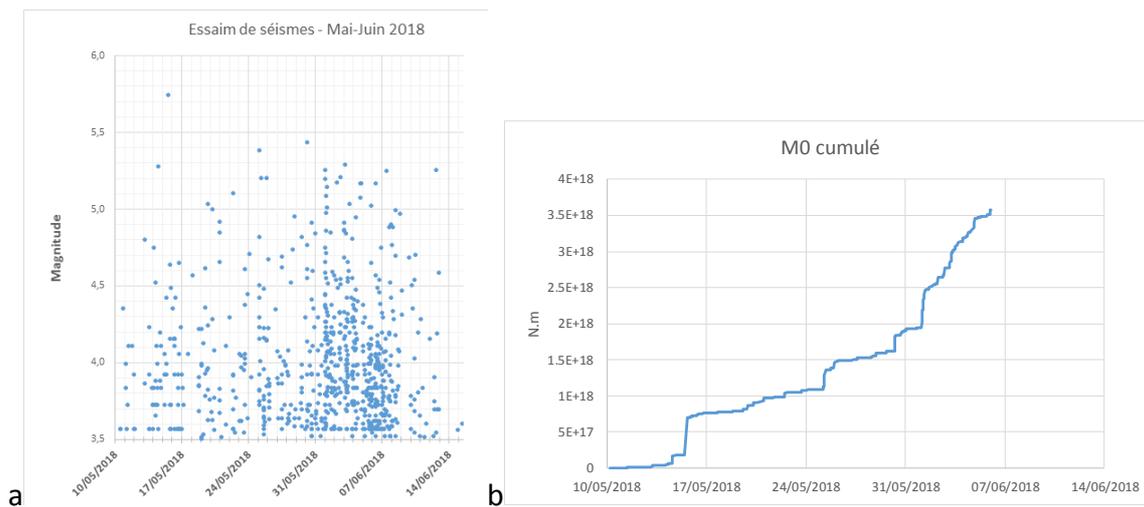


Fig.2 a) Magnitude des séismes en fonction du temps du 10 mai au 15 juin 2018 (catalogue BRGM). On notera l'occurrence du séisme de magnitude 5,7 le 15 mai, ainsi que la nette augmentation du nombre de séisme entre le 1<sup>er</sup> et le 10 juin. b) Moment sismique cumulé du 10 mai au 6 juin 2018. Les sauts dans la courbe correspondent soit à des séismes plus important (séisme de magnitude 5,8 du 15 mai, par exemple), soit à une augmentation rapide du nombre de séismes (journée du 1<sup>er</sup> juin, par exemple).

Cet essaim sismique présente également des changements de rythmicité tel que l'augmentation du nombre de séismes observés entre le 1<sup>er</sup> et le 10 juin (Fig. 2b). Notons que le moment sismique cumulé le 1<sup>er</sup> juin est similaire à un séisme de magnitude 5,8.

Des essaims de sismicité sont régulièrement observés dans divers contextes tectoniques ou volcaniques, en domaines océaniques ou continentaux, et présentent des durées et des gammes de magnitudes très variées. Ils sont souvent interprétés comme résultant de la migration de fluide dans la croûte terrestre.

Compte-tenu de la localisation en mer de l'essaim de Mayotte et à cause du peu de stations sismologiques dans son environnement proche, il est difficile d'obtenir une localisation très précise des séismes qui le constituent, et en particulier leur profondeur (elle est fixée à 10 km par défaut). L'incertitude horizontale de localisation estimée par le BRGM est de 10-12km et l'essaim apparaît actuellement comme un nuage de points répartis sur une zone d'une vingtaine de kilomètres. Cette difficulté d'observation sismologique de cet essaim limite sa caractérisation et la compréhension de son origine.

Ce rapport n'a pas pour objectif de traiter en détail l'essaim de sismicité ni de s'exprimer sur l'origine de cette sismicité. Cela fait l'objet d'analyses et de recherches par la communauté scientifique qui apportera certainement de nouveaux éléments pour leur compréhension et précision.

## 1.2 Sismicité historique connue

Le dernier événement largement ressenti à Mayotte est celui du 1<sup>er</sup> décembre 1993 (tableau 2). La sismicité historique reste très peu connue avant 1936 avec une perte de mémoire. Seuls 4 événements sismiques sont identifiés, basés sur le témoignage de la population, en 1606, 1679, 1788 et 1829 (tableau 3).

Date	Heure	Choc	Localisation épacentrale	Région ou pays de l'épicentre	Intensité épacentrale
23 Septembre 2001	20 h 57 min 47 sec		MAYOTTE	COMORES	6
1 Décembre 1993	22 h 4 min 22 sec		MAYOTTE	COMORES	7
29 Avril 1952	6 h 8 min		MAYOTTE, MADAGASCAR	CANAL DU MOZAMBIQUE	
6 Novembre 1941			MAYOTTE	COMORES	
11 Août 1941	20 h 6 min 38 sec		MAYOTTE	COMORES	
14 Septembre 1938	17 h 43 min 46 sec		ANJOUAN, MOHELI, MAYOTTE	COMORES	4,5
16 Janvier 1936	15 h 5 min	R	MAYOTTE	COMORES	
16 Janvier 1936	10 h 58 min		MAYOTTE	COMORES	6

Tableau 2 – Sismicité historique de Mayotte d'après les données BRGM, EDF, IRSN / SisFrance : Plus d'informations sur [www.sisfrance.net](http://www.sisfrance.net).

Date	Commentaires
1606	Mtzamboro : destruction de la mosquée et de la jetée
1679	Tsingoni : destruction de la mosquée et tombeau fissuré
1788	Sada : mosquée fissurée et mouvement de terrain
1829	Sada, M'Tsapéré, Koualé : desmaisons détruites dont celle du sultan Issa à Koualé
16/01/1936 10 :58	Combani : dommages sur un bâtiment d'usine coloniale

Tableau 3 – Sismicité historique de Mayotte jusqu'en 1936 recensée par le témoignage de la population d'après le PPRN de Koungou 2016 (informations issues de Said Hachim : Catastrophes : Mayotte perd sa mémoire ! Catastrophes naturelles et mémoire collective à Mayotte. Mémoire de DEA de géographie. Septembre 2004).

## 2. Etude macrosismique

### 2.1 Introduction

L'étude macrosismique permet à partir de l'observation d'indicateurs communs (statistique des effets sur les personnes, objets, mobilier, constructions) d'en déduire un niveau de sévérité de secousse à l'échelle communale pour chaque séisme qui est alors traduite par une valeur d'intensité macrosismique (selon l'échelle EMS-98 – annexe 1). L'intensité macrosismique (estimation de la sévérité de la secousse au sol) est une donnée d'entrée essentielle pour mieux comprendre et mieux modéliser les effets sismiques régionaux en fonction des magnitudes, des localisations des séismes et de la vulnérabilité des constructions. C'est par ailleurs une donnée importante pour calibrer les magnitudes des séismes historiques et rejouer, avec des informations contemporaines sur la vulnérabilité des bâtis, des scénarios de crises et des situations d'endommagements.

Notre procédure d'enquête et de collecte de données s'appuie sur trois piliers. Le premier, qui permet d'obtenir une information très rapide mais avec une incertitude parfois importante, se base sur le **témoignage individuel de citoyens** répondant à un ensemble de questions via notre site [franceseisme.fr](http://franceseisme.fr). Le second, en cas de séisme largement ressenti, se base sur une **enquête communale**, réservée exclusivement aux autorités (mairies, gendarmerie, pompiers) via un formulaire à renseigner en ligne via un accès dédié et sécurisé, comportant des questions sur les effets observés sur l'ensemble de la commune. Ce deuxième pilier est très important dans notre procédure et doit être considéré comme indispensable par les autorités. Le troisième pilier se base sur une enquête et la collecte d'informations sur le terrain, via le GIM (**groupe d'intervention macrosismique**) constitué d'experts. Cette enquête n'est lancée qu'en cas de dommages notables afin de déterminer de façon précise les intensités dans chaque commune.

#### Enquête communale

La succession quasi journalière de séismes de magnitude significative n'a pas permis de réaliser une cartographie des intensités macrosismiques associées à chaque séisme telle nous que nous la réalisons habituellement dans le cas d'un séisme principal suivi de répliques généralement de bien plus faibles magnitudes.

En effet, malgré le déclenchement d'enquêtes en ligne pour collecter des informations sur les effets des séismes de l'essai de Mayotte (9 envois de liens pour remplir le formulaire communal en ligne vers les mairies, gendarmeries et pompiers) nous n'avons obtenu que 1 à 2 réponses sur 17 communes. Les causes de cette très faible participation des autorités à nos enquêtes sont multiples. D'une part nous avons dû attendre les déterminations des séismes publiées par le BRGM en fin de journée pour lancer l'enquête, ce qui entraîne un décalage important entre le moment des effets sismiques et la mise à disposition du formulaire à remplir aux autorités (parfois 24 à 48 h). Ceci n'est pas une difficulté en cas de séisme unique « classique » suivi de répliques de faible importance, mais dans le cas de cet essai de séismes il s'est produit parfois plusieurs nouveaux séismes dans cet intervalle rendant alors difficile pour les autorités de se rappeler des effets sismiques distincts de chaque événement. D'autre part, cette procédure est la première que nous menions à Mayotte. Si celle-ci fonctionne bien dans les autres départements français, le département de Mayotte peu soumis à une sismicité régulière n'est pas encore suffisamment informé sur l'objectif de cette enquête malgré les efforts de la préfecture pour expliquer la démarche. Cet afflux de demandes au rythme des séismes journaliers ressentis, situation que nous n'avons pas encore connue, a rajouté de la complexité. Une communication spécifique s'avère indispensable dans le futur préalablement à toute étude, et a fortiori dans un contexte d'essai de séismes.

#### Témoignage individuel de citoyens

Concernant les témoignages individuels sur les effets sismiques (fig. 3) collectés sur le site [www.franceseisme.fr](http://www.franceseisme.fr) (<http://www.franceseisme.fr/formulaire/index.php?idSei=0>), l'absence d'informations rapides sur les séismes ressentis (date/heure/magnitude/profondeur) et recherchées par la population est un handicap majeur pour collecter des informations auprès de la population.

Cette procédure fonctionne très bien en métropole ainsi qu'aux Antilles où le site [www.franceseisme.fr](http://www.franceseisme.fr) est largement relayé par les médias, les autorités et les observatoires régionaux. Mais dans ces cas nous pouvons nous baser sur des localisations rapides des séismes (automatiques puis validées par des sismologues) issues des observatoires nationaux ou régionaux qui s'appuient sur des réseaux performants de capteurs sismiques et des outils et procédures d'analyse rapide éprouvés. Il paraît donc très important de mettre en place pour

Mayotte, sur l'exemple des Antilles et de la métropole, un affichage rapide de l'information sismologique sur [www.franceseisme.fr](http://www.franceseisme.fr) après chaque événement, 24h/24, à partir de procédures automatiques avec des critères assurant une qualité minimale de l'information puis validée par le BRGM, sans attendre la diffusion du bilan journalier de l'activité. Ceci devrait alors nous permettre d'obtenir un nombre de témoignage à Mayotte comparable à celui des autres départements.

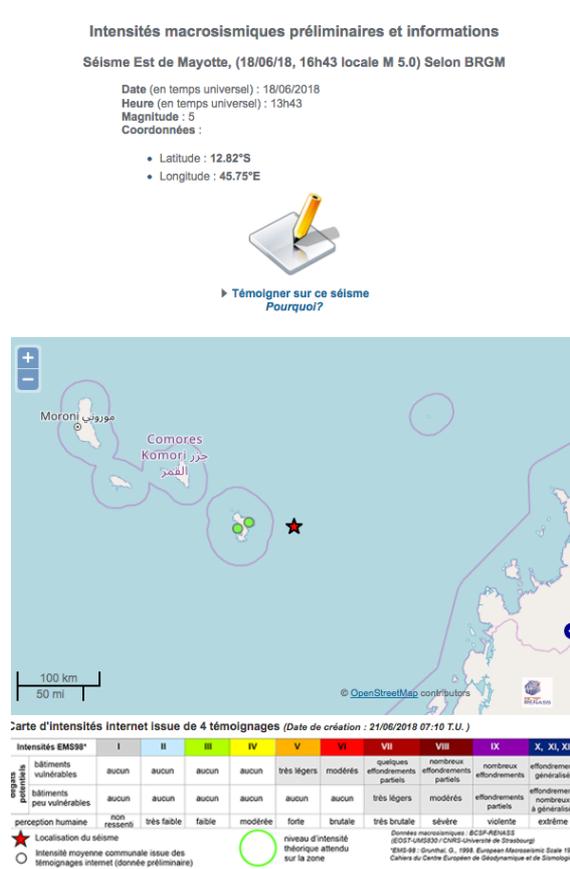


Fig. 3 Exemple de cartographie macrosismique déduite de seulement 4 témoignages individuels pour le séisme du 18 juin 2018 à 16h43 heure locale.

**Mission du groupe d'intervention macrosismique.**

A partir des quelques retours d'informations via les témoignages individuels (Fig.3), des informations qui nous ont été communiquées par la préfecture de Mayotte, de la 1<sup>ère</sup> mission de la DGPR, ainsi que des informations diffusés via les médias ou les réseaux sociaux, nous avons pu effectuer une veille pour les effets rapportés ou constatés tout au long de l'activité de cet essaim.

Si l'intensité (sévérité de la secousse au sol) ne semblait pas, au vu des informations préliminaires disponibles, dépasser V (sur les XII niveaux de l'échelle EMS-98) pour chaque événement notamment en raison de la distance épacentrale des communes (entre environ 50 à 70 km de l'épicentre), les dommages rapportés par les communes au fil des jours, tant en niveau d'endommagement (annexe 1) qu'en nombre de bâtiments affectés, nous ont amené à déclencher une mission de terrain pour analyser et préciser ces observations.

La décision de déclencher une mission du GIM, groupe d'intervention macrosismique, (constitué d'experts issus de plusieurs organismes) pilotée par le BCSF-RENASS a été prise le lundi 4 juin (pendant la période d'activité la plus importante qui s'est prolongée jusqu'au 8 juin) pour une étude sur l'ensemble de Mayotte couvrant la semaine du 11 au 15 juin et mobilisant 2 binômes (experts issus du BCSF-RENASS et de l'OPGC).

Cette mission s'est déroulée, de façon fortuite, après la période d'intense activité de l'essaim du 1<sup>er</sup> au 8 juin 2018 (Fig. 4). Depuis, d'autres séismes de magnitude 5 et plus se sont produit mais de façon plus rare (observation à la date du 1<sup>er</sup> Juillet 2018). Ce rapport présente donc le bilan des effets cumulés sur les bâtiments par cet essaim sismique à la date de notre visite dans chaque commune.

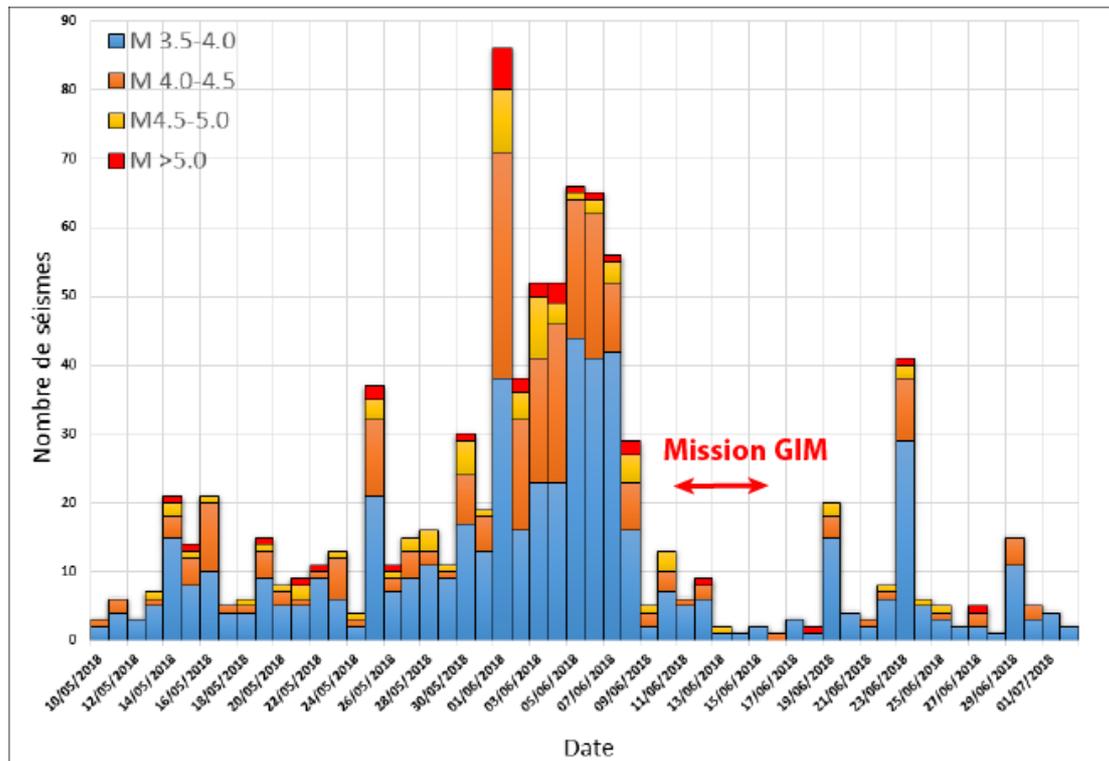


Fig.4 – Calendrier de la mission GIM et essaim sismique (information au 1<sup>er</sup> Juillet 2018, BRGM).

Toutefois nous avons aussi pu constater lors du séisme de magnitude 5,3 du 12 juin à 20h17 heure locale lors de notre présence à Mayotte, que de nouveaux dommages pouvaient apparaître comme ce fut le cas à Mamoudzou sur un bâtiment collectif jusque-là préservé. Il n'est pas à exclure qu'un séisme puisse encore produire des dommages modérés ou importants supplémentaires compte tenu de la nouvelle et forte vulnérabilité induite sur certains bâtiments par les multiples sollicitations sismiques générées depuis le 10 mai.

#### **Démarche spécifique employé dans le cas d'un essaim de séismes provoquant de multiples secousses avec dommages aux bâtiments.**

Compte tenu de l'impossible distinction des effets individualisés de chaque événement, l'objectif de cette mission n'a donc pas été d'estimer des intensités communales mais d'établir un bilan du niveau d'endommagement des bâtiments, selon leur vulnérabilité, produit par l'essaim sismique jusqu'à la date de notre enquête dans chaque commune. Ce bilan de dommages cumulés sera rapproché d'une valeur d'intensité communale équivalente sans toutefois pouvoir prendre en compte cette valeur pour des usages scientifiques ou des scénarios sismiques sauf à considérer une séquence sismique dans son ensemble, ce qui peut être le cas avec des données historiques.

Ce bilan est réalisé sur la base descriptive de l'endommagement selon l'échelle macrosismique européenne (EMS-98). Il classe l'endommagement par niveau (de 1 à 5) et selon chaque classe de vulnérabilité (de A à F – annexe 1). Ce bilan n'a pas vocation à décrire de façon exhaustive tous les dommages identifiés et de toute nature. L'approche EMS-98 est simplifiée et statistique aussi bien à l'échelle du bâtiment que de la commune. Il est important de noter que le degré des dégâts selon l'EMS-98 (degré 1, degré 2, degré 3, degré 4, degré 5) ne correspondent pas aux appellations D1 à D4 utilisées dans les diagnostics réalisés à Mayotte (par exemple par SOCOTEC) et ne peuvent en aucun cas être directement associés.

## **2.2 Typologie et vulnérabilité du bâti.**

L'échelle EMS-98 s'appuie sur un classement des bâtiments à l'échelle communale selon la typologie de construction afin de les associer à des classes de vulnérabilités (A à F – annexe 1). Cette approche est basée sur les matériaux de construction, les modes de construction et tient compte des différents facteurs qui aggravent ou diminuent la vulnérabilité au séisme.

Sur Mayotte, on relève plusieurs facteurs aggravants la vulnérabilité pour de nombreuses constructions :

- le non-respect de la réglementation ; en effet une très grande proportion de constructeurs ne se conforme pas au cadre réglementaire (permis de construire, contrôle technique, etc.) comme le souligne la DEAL-Mayotte ;
- un mode de construction familial et/ou d'entraide ne respectant bien souvent pas les concepts fondamentaux de la construction (qualité du béton, armatures, fondations, chaînage, irrégularité au plan ou en élévation, mise en œuvre, etc.) ;
- l'utilisation de matériaux de mauvaise qualité (par exemple béton réalisé avec du sable de mer entraînant la corrosion des armatures en fer),
- une urbanisation sauvage implantée sur des zones exposées à des risques supplémentaires (inondation, pente à forte inclinaison, terrains instables, risque de glissement de terrain, anciennes mangroves pouvant induire des effets de site, etc.) ;
- la forte pluviosité durant l'hiver favorise la corrosion des fers dans les bétons, notamment dans le cas d'absence d'étanchéité des toits en terrasse qui attendent parfois des années la construction d'un étage supplémentaire.

La DEAL a fourni au GIM un catalogue descriptif des logements (base de travail de l'INSEE dont les chiffres à ce stade ne doivent être considérés que pour leur ordre de grandeur dans l'attente des chiffres détaillés du recensement 2017) qui permet de donner un ordre de grandeur de la typologie des constructions. Ce répertoire des immeubles localisés (RIL2017) a donc servi de base de travail à notre étude et doit être considéré comme un inventaire de 1<sup>er</sup> ordre des bâtiments présents dans les communes. Au total ce fichier est composé de 65536 bâtiments. Il est à noter que les communes sont très étendues et composées parfois de plusieurs villages distincts séparés de plusieurs kilomètres. Vu les distances qui séparent ces villages, leur environnement variable (dans les reliefs, sur les pentes, au bord des côtes) il serait préférable de réaliser cette étude macrosismique par village plutôt que par commune bien que celle-ci soit l'entité administrative de référence. Malheureusement les informations disponibles sur ces secteurs, souvent très réduites en dehors des bâtiments communaux, n'ont pas permis de réaliser ce travail au cours de cette mission. Cela demanderait, en cas d'événements ayant un impact plus important, une mission plus longue ou une équipe au moins trois fois plus importante (12 personnes au lieu de 4).

La typologie retenue pour classer les bâtiments est la suivante :

- maison ou immeuble en bois végétal ou terre
- case traditionnelle, même améliorée
- habitation de fortune
- immeuble collectif
- maison individuelle en dur
- autre

Il est cependant impossible de distinguer de façon précise dans le groupe « maison individuelle en dur » (comprenant des types constructifs différents, ossature béton, brique de terre compressée, maçonnerie de pierres ou d'agglomération de béton), les variations intrinsèques de leur vulnérabilité, celle-ci s'étalant alors de A à C. Plus de la moitié des constructions en dur est composée de poteaux-poutres (ossature) en béton armé avec remplissage en maçonnerie. Ce type de structure initialement classé par l'EMS98 en vulnérabilité C, peut sur une localisation en terrain en pente et/ou en raison d'un entretien et/ou d'une conception moyenne, être souvent déclassé en classe de vulnérabilité B voir parfois en A (transparence en RC, mauvais état initial, fissures préexistantes, fondations sur plusieurs niveaux, joints absents ou insuffisants etc.).

De façon générale pour l'ensemble des communes, il nous a été signalé lors de notre enquête et confirmé localement lors de nos visites de bâtiments qu'un nombre significatif, mais restant à quantifier, d'habitants n'a pas signalé à leur mairie les dommages générés par ces secousses dans leur logement. En effet, selon la préfecture environ 10% seulement des logements seraient assurés et beaucoup sont construits sans permis de construire voire sans acte de propriété du terrain.

Les pourcentages des effets affichés par commune (ci-dessous) sont uniquement basés sur ces déclarations. Il est difficile de quantifier leur sous-estimation. Les difficultés sont résumées dans les conclusions, cependant les éléments recueillis lors de notre mission à Mayotte ont permis de réaliser notre analyse et de justifier nos conclusions.

2.3 Bilan communal des dommages aux bâtiments induits par l'essai sismique depuis le 10 mai 2018 jusqu'à la date de la visite.

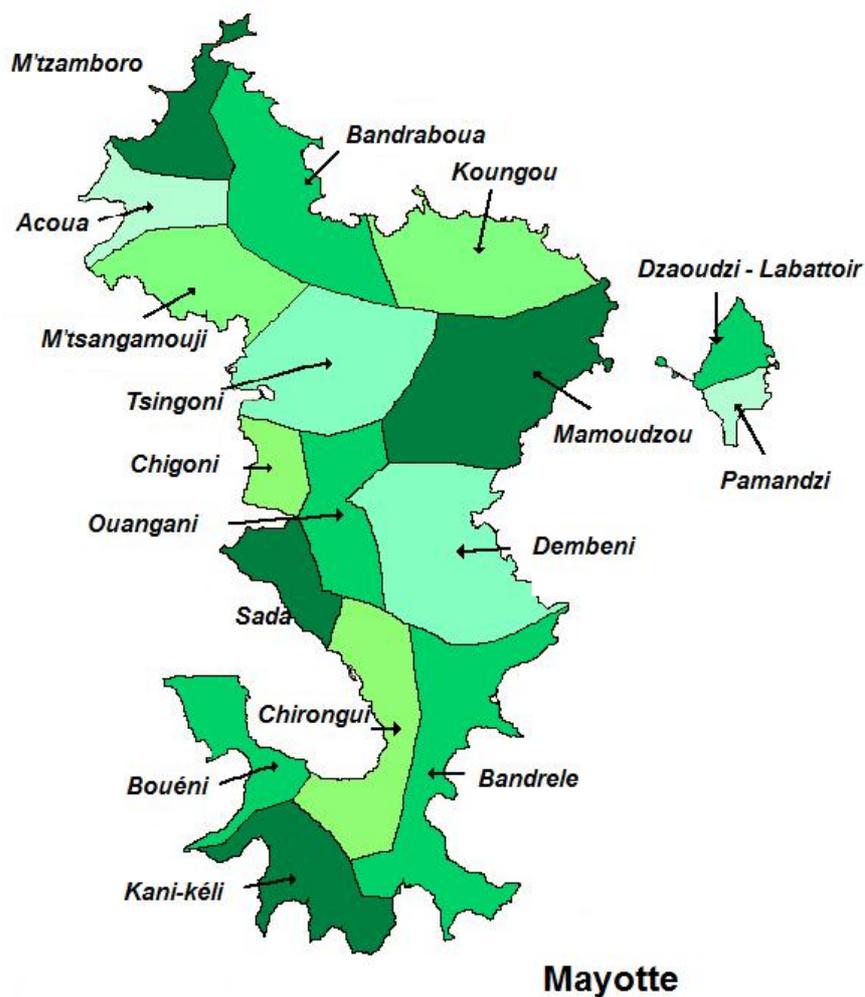


Fig.5: Carte des communes de Mayotte

La préfecture de Mayotte nous a remis un tableau par commune recensant les dégâts qui lui ont été signifiés (à la date du 12 juin), dont certains ont été remontés directement à la préfecture sans passer par les services des mairies. Il constitue un document complémentaire à ceux obtenus lors de nos visites dans chaque commune. Il recense souvent des bâtiments publics mais aussi de l'habitat privé.

ACOUA :

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 50-70 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 1889 dont 1521 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 5192

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 12,62

Date de la visite : 13/06/2018

Experts : Christophe SIRA et Edouard REGIS

Nombre de bâtiments visités : 6

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 13

Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
18,6 %	0,8%	0%	0,7%	79,8%	0%

La commune est principalement composée de maisons individuelles en dur (ossature en béton armé et remplissage en maçonnerie).

Deux écoles sont impactées, l'école maternelle M'Tsangadoua (village 2) et l'école élémentaire d'Acoua 1 (élargissement de fissures). La Bibliothèque d'Acoua 3 a connu quelques dommages de degré 1.

L'ensemble des mosquées a connu des dommages vraisemblablement de degré 1. La mosquée la plus affectée est la Grande mosquée du vendredi (Fig. 6, 7) (vulnérabilité C) avec de très fines fissurations horizontales et verticales dans de rares piliers porteurs en béton armé probablement dans les parties de remplissage (degré 1 à 2, vulnérabilité C).

La mairie a reçu 13 déclarations de dommages principalement de degré 1 sauf une habitation de vulnérabilité C dont une poutre est fissurée à M'Tsangadoua. Une partie de la commune est en zone de mangrove. Pourtant sur cette zone, aucun dommage n'a été déclaré. Dans le village de M'Tsangadoua des dommages de degré 2 ont été observés lors de notre visite sur deux maisons individuelles en maçonnerie (vulnérabilité B) et une maison en poteaux-poutres en béton (vulnérabilité C) situées sur un terrain en pente (Fig. 8). Cette dernière maison connaît une fissuration non négligeable d'une poutre porteuse. Une partie du balcon non rattachée à la structure menace de tomber et indique un mouvement nord-sud perpendiculaire à la direction de l'épicentre confirmant des effets liés à des mouvements sismiques.

Moins de 1% des bâtiments de la commune ont fait l'objet d'une déclaration avec des dommages principalement de degré 1. De très rares dommages de degré 2 existent.



Fig. 6 : Grande mosquée du vendredi ossature béton et maçonnerie de parpaings. Fissure fine sur voûte en béton.



Fig. 7 : Fissuration fine probablement sur du remplissage de colonne.



Fig. 8 : Fissuration d'une poutre porteuse d'une maison individuelle en dur (vulnérabilité C).

BANDRABOUA :

Intensité EMS-98 équivalente: V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 45-65 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 3678 dont 2169 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) :13989

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 32,37

Date de la visite : 13/06/2018

Experts : Antoine SCHLUPP et Martial BONTEMPS

Nombre de bâtiments visités : 2

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 79

Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
39,23%	0,92 %	0,05 %	0,57 %	58,4 %	0,57 %

La commune est principalement composée de maisons individuelles en dur (ossature en béton armé et remplissage en maçonnerie) et d'une proportion importante d'habitat de fortune.

Plusieurs écoles sont impactées, les écoles maternelles de Bouyouni, de Dzoumogné, Dzoumogné 1 et Dzoumogné 2, de Bandraboua terrain de foot et PPF, et de Handréma, les écoles primaires de Mtsangamboua, Handréma, et l'école élémentaire de Bouyouni. Elles sont affectées principalement de fissures fines plus ou moins étendues et fréquentes, qui s'étendent fréquemment depuis le coin des fenêtres, caractéristiques de dégâts de degrés 1 à 2 (d'après copie papier du document de la commune de Bandraboua : Etat des lieux des établissements scolaires suite aux activités sismiques depuis le 10 mai 2018 et daté du 1<sup>er</sup> juin 2018).

Ce sont surtout les maisons individuelles en ossature béton armé et remplissage en maçonnerie (désignés par parpaing dans les déclarations) qui ont fait l'objet de déclarations (62 déclarations => 78%), correspondant aux bâtiments les plus affectés sur la commune d'après les services de la mairie.

Les deux maisons individuelles visitées sont en ossature béton armé et remplissage en maçonnerie et montrent des dégâts de degré 2 avec des fissures traversantes et ouvertes (ouvertures millimétriques). L'une est située sur les flancs de la commune (Fig. 9), l'autre en zone de mangrove (secteur Bout de l'étang, vulnérabilité B). Cette dernière maison connaît une fissuration non négligeable d'une poutre porteuse (Fig. 10).

Environ 4 % des bâtiments en dur de la commune ont fait l'objet d'une déclaration avec des dommages principalement de degré 1. Quelques dégâts de degré 2 ont été constatés.



Fig. 9 : Fissure traversante sur maison en maçonnerie et poteau poutre (degré 2 sur vulnérabilité estimée B) (photos-AS-BCSF).



Fig. 10 : Plusieurs fissures fines traversantes sur une poutre d'une maison en zone de mangrove (degré 2 sur ossature béton armé et remplissage en maçonnerie, vulnérabilité estimée B) (photo-AS-BCSF).

**BANDRELE :**

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 55-75 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 2890 dont 1798 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) :10282

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 36,46

Date de la visite : 12/06/2018

Experts : Antoine SCHLUPP et Martial BONTEMPS

Nombre de bâtiments visités : 4

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 70

Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
39,29 %	3,35 %	0,10 %	0,14 %	62,10 %	0,03 %

Les services de la mairie nous ont remis le rapport « Essaim de Séismes, Etat de lieux pour les habitations. Commune de Brandrélé » qui indique que la mairie a reçu 70 déclarations de dégâts dont 26 ont été instruites par les services (visite et prise de photo) et présente 3 exemples. Ce rapport précise le type de dommages (D1 ou D2) basé sur l'ampleur des fissures, éléments utiles à notre analyse, mais il ne donne pas d'éléments permettant de faire une estimation préliminaire de la vulnérabilité des bâtiments concernés ni la fréquence et le lieu de ces fissures. Les services de la mairie et de la Police municipale nous ont confirmés, au delà des déclarations, que la très grande majorité de dégâts correspondent à du degré 1 (fissure fines peu nombreuses) sur des bâtiments qui correspondent a priori à des classes de vulnérabilité A (quasi tous les bâtiments de cette classe on des dégâts de degré 1) à B, voir quelques cas possible sur la classe de vulnérabilité C. Les dégâts plus importants assimilables à du degré 2 sont plus rares (10 sur les 26 contrôlés) et sur des bâtiments vulnérables (classe A à B) ce qui inclut des bâtiments à ossature béton et remplissage maçonnerie mal confectionnés ou mal entretenus.

Les bâtiments type ossature béton et remplissage en maçonnerie avec charpente en bois et toit en tôle, sans dalle supérieure, semblent s'être mieux comportés (dégâts degré 1 pour environ 10% d'eux) que des bâtiments avec des murs en maçonnerie et dalle en béton où des fissures plus nombreuses et plus importantes sont apparues dans environ 15% d'entre eux (dégâts degré 2). La vulnérabilité de ces 2 types de bâtiments sont estimées A ou B (C déclassé en B selon leur qualité de construction).

Des dégâts sont aussi signalés sur 14 établissements scolaires et la Mairie avec des fissures évolutives sur certains. Sont concernées les écoles primaires de Nyambadao, Brandrélé Cavani , Mtsamoudou et Hamouro, l'école maternelle de Mtsamoudou, les écoles élémentaires de Nyambadao, Brandrélé Cavani et Mtsamoudou, le groupe scolaire d'Hamouro, le collège et la cité scolaire. Trois fermetures de classes ont eu lieu dans l'école primaire de Mtsamoudou.

Pour préciser cette information et compléter notre analyse, nous avons visité 2 établissements scolaires et 2 maisons particulières.

Le premier secteur visité est dans la partie centrale de Brandrélé à l'Est de la N3.

Une maison située au lotissement Mougndré, qui est concernée par un arrêté portant autorisation de péril imminent émis par le maire. Elle est affectée de dégâts de degré 3 (Vulnérabilité A, type case SIM en maçonnerie) mais qui correspondent à des fissures préexistantes rouvertes par l'essai sismique. Les bâtiments du voisinage ne montrent pas de dommages conséquents. Malgré les dégâts, cette maison a été repeinte dans le contexte de fêtes religieuses (Fig. 11).



Fig. 11 : Maison avec dégâts de degré 3, réouverture d'anciennes fissures. Photo de gauche : Effets constatés par les services la commune de Bandré. Photo centrale : Photo du 12-06 (après peinture). Photo droite. Vue de l'intérieur. (photos-AS-BCSF).

Le collège de Bandré est composé en partie de bâtiments type case SIM (Maçonnerie, sans plafond, charpente en bois et toiture en tôle, pas d'étage) qui montrent des fissures traversantes à la jonction des murs, un décalage du toit par rapport aux murs, des ouvertures entre l'ossature en bois et la maçonnerie ainsi que des fissures dans le sol (Dégâts de degré 2 pour une classe de vulnérabilité A) (Fig. 12). L'autre partie du collège comporte des bâtiments R+1 en ossature béton armé avec remplissage en maçonnerie. Ils montrent des fissures parfois traversantes à la jonction ossature béton et maçonnerie, dans le remplissage maçonnerie, au niveau des liaisons poteaux-poutres et aux extrémités de plusieurs poutres ainsi que des fissures fines dans les plafonds (Dégâts de degré 2 sur une classe de vulnérabilité B) (Fig. 13).



Fig. 12 : Collège de Bandré (type case SIM) avec fissure à la jonction des murs et décalage de la charpente en bois / murs. Dégâts degré 2 pour une classe de vulnérabilité A. (photos-AS-BCSF).



Fig. 13 : Collège de Bandré (type ossature béton armé et remplissage maçonnerie) avec fissure de chaque côté dans plusieurs poutres et à la liaison poteau/poutre. Dégâts degré 2 pour une classe de vulnérabilité B. (photos-AS-BCSF).

Le second secteur est à Mtsamoudou, environ 6 km au sud.

Une maison sur poteaux courts avec ossature béton armée et remplissage en maçonnerie, vue de l'extérieur, montre de nombreuses fissures dans la maçonnerie, à la jonction maçonnerie/ossature et dans les liaisons poteaux-poutres. Dégâts de degré 2 pour une vulnérabilité estimée B (Fig. 14). Une maison la jouxtant, de même typologie, ne montre aucune fissure sur son revêtement extérieur.



*Fig. 14 : Maison ossature béton armée et remplissage en maçonnerie, avec de nombreuses fissures dans la maçonnerie, à la jonction maçonnerie/ossature et dans les liaisons poteaux-poutres. Dégâts de degré 2 pour une vulnérabilité B. (photos-AS-BCSF).*

L'établissement scolaire de Mtsamoudou en ossature béton avec remplissage en maçonnerie montre de très nombreuses fissures fines dans le plafond et quelques-unes dans les murs. (Dégâts de degré 1 sur une classe de vulnérabilité C)

Environ 4 % des bâtiments en dur de la commune ont fait l'objet d'une déclaration avec des dommages principalement de degré 1. Parmi eux, quelques dégâts de degré 2 ont été constatés.

**BOUENI :**

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 60-80 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 2327 dont 1939 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 6189

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 14,06

Date de la visite : 12/06/2018

Experts : Christophe SIRA et Edouard REGIS

Nombre de bâtiments visités : 4

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 62

**Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017**

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
15,8%	0,4%	0,3%	-%	83,3%	0,2%

62 déclarations d'administrés ont été reçues par la mairie (1% des bâtiments). Les dommages sont très majoritairement de degré 1 (estimé à 80%) sur des constructions principalement en poteaux-poutres en béton armé et remplissage en maçonnerie (vulnérabilité de B à C). Des dégâts de degré 2 sont possibles, sur certaines habitations.

Trois écoles maternelles ont été affectées par des dommages de degré 1 à 2 très certainement liés à leur localisation sur d'anciennes mangroves (Fig. 15).

L'école maternelle de Tsara à Bambo Ouest (2,5 km au SSW de Bouéni) comporte des fissures fines sur les poutres porteuses en béton armé et des fissures fines dans les murs. Le degré d'endommagement constaté est de niveau 2 pour une vulnérabilité B.

L'école Primaire élémentaire Riffay Ahamada (vulnérabilité C) a connu des dommages de degré 2, sa position en bord de talus (remblai fragile) entraîne un affaissement initial au niveau de la face ouest du bâtiment engendrant de nombreuses fissures intérieures et extérieures sur les murs (Fig. 16).

Le bâtiment des services techniques de la mairie (vulnérabilité C) ne comporte que des dommages de degré 1. L'élément très fragilisé se trouve sur la terrasse du bâtiment (mur libre) et n'est ancré au reste du bâtiment que sur sa partie nord-est (un seul point d'ancrage) ce qui en fait un élément extrêmement vulnérable et non représentatif d'un dommage lié à des secousses fortes.

On peut estimer à partir des déclarations faites lors de la visite qu'environ 3% des bâtiments sont endommagés. La grande majorité des dommages sont de degré 1. Cependant de rares dommages peuvent être classés en degré 2 sur des bâtiments de vulnérabilité B à C.



*Fig. 15 : – école maternelle Rossignol à Bambo ouest, vulnérabilité B, endommagement de degré 2 (fissures dans de nombreux murs et sur des poutres porteuses (photo-CS-BCSF).*



*Fig. 16 : Ecole primaire Riffay Ahamada, vulnérabilité B, endommagement de degré 2 (fissures dans de nombreux murs, poteaux et poutres porteuses) (photo-ER-OPGC).*

CHICONI :

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 50-70 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 2860 dont 2199 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 8295

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 8,26

Date de la visite : 12/06/2018

Experts : Christophe SIRA et Edouard REGIS

Nombre de bâtiments visités : 4

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 62

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
20,5%	2,4%	0,1%	0,03%	76,85 %	0,1 %

Selon le responsable technique de la mairie, 3 écoles sur 8 ont été affectées. Le collège n'a pas connu de dommage (mouvement des bâtiments aux joints de dilatation). Dans le bâtiment de la mairie des dommages degré 1 à degré 2 sont visibles (microfissures de la poutre porteuse).

L'école maternelle du centre comporte des fissures de degré 1 pour partie préexistantes. De fréquentes fissurations fines dans les plafonds existent. Dans l'école Chiconi 5 nous constatons de nombreuses fissurations fines dans les plafonds pour partie préexistantes. Les dommages sont de degré 1, le bâtiment est en vulnérabilité C.

Dans l'école maternelle du centre (vulnérabilité C) des mouvements différentiels de bâtiments (visible aux joints de dilatation) ont engendré quelques fissurations millimétriques dans les murs (Fig. 19). Une fissure est visible sur un mur d'accès supportant la toiture en charpente bois et couverture en tôles. Les dommages sont de degré 1.

Dans l'école élémentaire de Matsabouri (Fig. 17 et 18), là encore le mouvement des bâtiments est visible aux joints de dilatation et a causé quelques fissurations fines dans des murs de remplissages et des plafonds ainsi que sur des éléments d'une cage d'escalier placée en bout de bâtiment. Le dommage est de degré 1.

62 particuliers ont déclaré des dommages. 30 bâtiments ont été visités par les médiateurs de la mairie. Au vu des rapports, 73% sont des dommages sur des bâtiments de vulnérabilité B. Dans cette classe de vulnérabilité, 60% sont du degré 1 et 36% du degré 2.

4 dommages portent sur des bâtiments de vulnérabilité A, 1 en degré 1 et 3 en degré 2.

1 dommage degré 2 sur une vulnérabilité C est visible.

2% des bâtiments de la commune sont affectés de dommages. Certaines fissures sont visiblement préexistantes (4/30 visites).



Fig. 17 – Ecole primaire Matsabouri, vulnérabilité C, endommagement de degré 1 (photo-CS-BCSF).



*Fig. 18 – Ecole primaire Matsabouri, fissure dalle d’escalier, mouvement différentiel entre les corps de bâtiments, nombreuses fissures fines au plafond (photo-ER-OPGC).*



*Fig. 19 – Ecole maternelle du centre, vulnérabilité C, endommagement de degré 1 (photo-CS-BCSF).*

### CHIRONGUI :

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 55-75 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 2823 dont 2060 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 8920

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 28,31

Date de la visite : 14/06/2018

Experts : Christophe SIRA et Edouard REGIS

Nombre de bâtiments visités : 4

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 32

Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
25,9%	1,1 %	0,03%	%	73%	0%

Le Centre de secours a été affecté de dommages de degré 1 sur les murs en placo-plâtre. Une école privée à Tsimkoura indique de nombreuses fissures dans les arcades, les poutres porteuses et les murs (non visité).

Le village de Poroani (5 km au nord de Chirongui), situé pour partie en zone de pente semble être le village le plus touché selon la mairie.

Dans le quartier 100 de Poroani, une des maisons visitées construite en poteaux-poutres en béton et maçonnerie de remplissage porte des dommages modérés (degré 2) dans de nombreux murs non structuraux (Fig. 20). Les fissures fines sur les poutres porteuses, sont visuellement liées au craquement du crépi. Il n'est cependant pas exclu que des micros fissures se soient produites sur ces parties porteuses (expertises approfondies nécessaires pour le déterminer).

La seconde maison visitée de vulnérabilité A (structure en bois et remplissage en pierres dans du grillage), est affectée de dommages de degré 2. Les fissurations se retrouvent fréquemment entre les parties construites en extension et les parties historiques du bâtiment souvent maçonnées dans des matériaux différents. Ainsi sur cette maison une fissure verticale apparaît au début de la nouvelle construction construite en agglos de béton. La mairie indique n'avoir pas observé de trop nombreuses fissures dans les habitations situées sur les parties plates de la commune.

Dans le village de Tsimkoura (2,5 km au sud-sud-ouest de Chirongui) bâti sur d'anciennes mangroves (effet de site possible) il n'y a pas eu de dommages particuliers, la raison est probablement liée à la présence majoritaire (selon la mairie) d'habitats de fortune généralement plus ductiles.

Sur l'ensemble de cette commune composée de villages parfois distants, le pourcentage de bâtiments affectés est de l'ordre de 1%, avec un endommagement affectant des bâtiments en vulnérabilité A, B, C, principalement en degré 1 et quelques dommages de degrés 2.



Fig. 20 – Quartier Poroani, Maison ossature béton et maçonnerie de parpaings, dommage de degré 2 (photos-CS/BCSF& ER/OPGC).

### DEMBENI :

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 50-70 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 3327 dont 1688 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 15848

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 3,88

Date de la visite : 14/06/2018

Experts : Antoine SCHLUPP et Martial BONTEMPS

Nombre de bâtiments visités : 7

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 48

### Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
42,22 %	2,20 %	0,11 %	0,05 %	45,84 %	0%

Les services de la mairie indiquent qu'environ 50% des habitations en dur ont subi des fissures dont 15% des fissures importantes. Les 48 déclarations de dommages par des particuliers concernent principalement des petites fissures dans des cases SIM et des maisons en ossature béton et remplissage en maçonnerie. Parmi les établissements scolaires, 5 diagnostics visuels ont été faits par la SOCOTEC les 6 et 7 juin 2018 (2 pour l'école élémentaire de Tsararano, un pour l'école maternelle Louis le Pensac, un pour l'école primaire ECAP et un pour le groupe scolaire Ongoujou). La préfecture a aussi eu des déclarations de dommages pour les écoles de Nymabadao, Hamouro, Moutsamdou. Nous avons de notre côté visité l'école élémentaire de Hajangua et le collège de Dembeni.

Les bâtiments scolaires en ossature béton armé avec remplissage en maçonnerie de R+1 à R+2 sauf le collège de Dembeni (l'école élémentaire de Tsararano, certains de l'école élémentaire d'Hajangua, groupe scolaire d'Ongoujou, l'école primaire ECAP), comportent tous des fissures fines plus ou moins fréquentes dans les murs de remplissage, parfois traversantes, souvent s'initiant aux coins des fenêtres, ainsi que dans certains planchers en béton armé y compris dans les étages. Dans certains cas, ces fissures sont ouvertes, de dimension millimétrique. On observe plus rarement des fissures fines, parfois légèrement ouvertes, à la liaison des murs ou entre le remplissage et l'ossature béton armé. Très localement la base de certains poteaux en béton est fissurée à la verticale (Le Pensac et Hajangua). A Ongoujou, un bâti de porte s'est décalé de plusieurs centimètres. Les dégâts sont donc souvent de degré 1 et rarement de degré 2 (au sens EMS-98) pour des vulnérabilités estimées B (déclassé de C à B du fait notamment de fissures préexistantes avant le début de l'essai sismique).

Trois maisons de particuliers ont été visitées, toutes en ossature béton armé avec remplissage en maçonnerie. L'une R+2 dans le secteur de Tsararano montre très localement quelques fissures fines dans le remplissage (dégât de degré 1, vulnérabilité C). L'autre, entre Tsararano et Ongoujou, R+1 montre quelques fissures dans le remplissage avec des fissures ouvertes millimétriques parfois à partir des coins de fenêtres ou entre le remplissage et l'ossature ainsi que dans quelques poutres (dégât de degré 1, vulnérabilité C). La troisième, maison récente uniquement RDC mais sur un terrain en pente, montre des fissures plus importantes, souvent horizontales, dans les murs de remplissage et les liaisons remplissage/ossature béton. Les poutres béton sont aussi fréquemment marquées par des fissures fines traversantes. Cependant, si l'origine est bien liée à l'essai sismique, la position de la maison dans le relief et le fait que le terrain vient en appui sur l'arrière de la maison semble avoir contribué aux dégâts (dégâts de degré 2, vulnérabilité estimée C).

Pour les bâtiments type Case SIM (une partie de l'école élémentaire de Hajangua) en maçonnerie sans plafond faisant partie de la structure, charpente en bois et toiture en tôle, on observe localement un mouvement relatif centimétrique de la charpente par rapport à la maçonnerie qui est alors entraînée dans sa partie haute et induisant parfois une perte d'éléments centraux des arches au niveau des ouvertures (Fig. 24). Les dégâts sont de degré 2 pour une classe de vulnérabilité A.

Le collège de Dembeni (Fig. 21) est composé d'une série de bâtiments en ossature béton armé (localement acier) avec remplissage en maçonnerie (R+2 avec des étages « hauts »). En plus des fissurations observées sur

les autres bâtiments scolaire à ossature béton et remplissage maçonnerie, on note ici des fissures plus importantes. Par exemple, une fissure largement ouverte et traversante dans un mur épais qui s'appuie et repousse un mur extérieur, celui-ci est ainsi bombé vers l'extérieur et est aussi fissuré à sa base sur une grande partie de sa longueur, qui pourrait s'effondrer avec de nouvelles secousses (Fig. 22). D'autres fissures largement ouvertes apparaissent sur des zones de transition entre bâtiments plus ou moins directement reliés à des joints de dilatations (Fig. 23). (Dégâts de degré 1 et localement degré 2, vulnérabilité estimée C)



Fig. 21 – Hall du collège de Dembeni. (photo-AS-BCSF).



Fig. 22 – Collège de Dembeni. Gauche et centre : Fissure ouverte centimétrique. (photos-MB-OPGC). Droite : Base du mur fissuré et bombé vers l'extérieur en relation avec la fissure (photos gauche et centre) sur mur perpendiculaire. (photo-AS-BCSF).



Fig. 23 – Collège de Dembeni : Gauche : Fissure importante sur toute la hauteur au niveau d'un joint de dilatation. Droite : poutre soutenant le R+1 fissurée à la liaison avec la dalle. (photos-AS-BCSF).



(photo-AS-BCSF).



(photo-MB-OPGC).

*Fig. 24 – Ecole élémentaire de Hajangua type case SIM: Fissure liée au mouvement relatif de la charpente par rapport à la maçonnerie et perte de l'élément central d'une arche. Les dégâts sont de degré 2 pour une classe de vulnérabilité A.*

Moins de 3 % des bâtiments en dur de la commune ont fait l'objet d'une déclaration avec des dommages principalement de degré 1 sur des vulnérabilités A, B et C. Quelques dégâts de degré 2 ont été constatés sur des vulnérabilités A et B, très localement sur la vulnérabilité C et dans un cas ce n'est pas du aux secousses seules mais aussi à d'autres facteurs (appui du terrain sur l'arrière du bâtiment).

DZAOUDZI-LABATTOIR :

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 40-60 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 3931 dont 2439 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 17831

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 6,66

Date de la visite : 14/06/2018

Experts : Antoine SCHLUPP et Martial BONTEMPS

Nombre de bâtiments visités : 1

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 20

Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
37,39 %	0,30%	0,25 %	%	62,04 %	0%

La Police municipale a recueilli une vingtaine de déclarations de dommage pour les habitations privées et les a consigné informatiquement avec photos. Après une présentation des exemples les plus caractéristiques, il s'avère que les niveaux de dommages sont surtout de degré 1 sur des bâtiments dont les typologies sont caractéristiques des classes de vulnérabilité A et B et de façon plus rare C. Quelques uns sont de degré 2 mais en plus faible nombre. Deux écoles ont fait l'objet de « diagnostic solidité visuel post-sismique » par la SOCOTEC les 28 mai 2018 (2 semaines avant notre visite, les dommages ont pu être accentués localement). Il est à noter que les niveaux de dommages décrits dans ces rapports (D1 à D4) ne sont pas équivalents à ceux que nous utilisons et qui sont décrits en détails dans l'échelle macrosismique EMS-98 (cf aussi annexes de ce rapport) et n'ont pas le même objectif. A l'école primaire de Labattoir Badamiers, des fissures ont été constatés dans les planchers en béton armé ainsi qu'à divers endroits dans l'ossature béton du bâtiment (dans des poutres, à la liaison des poteaux et poutres). Ces dégâts sont de niveau degré 2 pour une vulnérabilité C (C par défaut mais qui pourrait être ramenée à B selon état initial, le document ne permet pas de faire ce classement précisément). L'autre bâtiment est l'école maternelle de Labattoir Badamiers T6 qui a subi des dommages similaires.

La préfecture a collecté neuf déclarations de dommages pour des établissements ou bâtiments scolaires (Ecole Les Colibris, école Labattoir 3, 4, 6, 7 et T17, école maternelle Four à chaux, école maternelle Badamier et le collège Bouéni M'Titi de Labattoir). Ces déclarations décrivent des fissures parfois nombreuses (École Labattoir 3 et T17, école maternelle Four à chaux, et le collège Bouéni M'Titi de Labattoir).

Nous avons visité l'école élémentaire « Les Colibris » avec des ferrailles localement apparentes et un enduit centimétrique en mauvais état de conservation avec de très nombreuses fissures sur une partie du bâtiment (Fig. 25). Des fissures fines affectent plusieurs murs qui sont en maçonnerie, certaines fissures sont traversantes et montrent des ouvertures millimétriques. Une voute intérieure (plafond) s'affaisse en son centre (Fig. 26). Ces dégâts sont de niveau degré 2 pour une vulnérabilité B.

Environ 1 % des bâtiments en dur de la commune ont fait l'objet d'une déclaration avec des dommages principalement de degré 1 (Vulnérabilité A à C). Parmi eux, quelques dégâts de degré 2 ont été constatés sur des vulnérabilités A et B.



Fig. 25 : Ecole élémentaire « Les Colibris » Vu extérieure montrant l'enduit vétuste avec nombreuses fissures mais dont leur extension dans les murs reste spéculative. (photo-AS-BCSF).



Fig. 26 : Ecole élémentaire « Les Colibris » en maçonnerie: Gauche : voûte avec affaissement central. Centre: exemple d'une fissure de 2mm observée le 29 mai. Droite. Exemple de fissure fine dans un mur. Dégâts degré 2 pour une vulnérabilité B. (photos-AS-BCSF).

KANI KELI :

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 60-80 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 1910 dont 1596 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 5507

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 20,51

Date de la visite : 12/06/2018

Experts : Antoine SCHLUPP et Martial BONTEMPS

Nombre de bâtiments visités : 4

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 94

Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
15,75 %	0,42 %	0,26 %	%	83,56 %	0%

Parmi les bâtiments en durs, les cases SIM ont fréquemment été affectées par de petites fissures assimilables généralement à du degré 1. Pour les bâtiments à ossature béton armé et remplissage en maçonnerie, principalement R+1 et quelquefois R+2, il a été rapporté des fissures fines sur les murs, les ossatures béton avec parfois du carrelage cassé.

L'école de M'Bouini visitée est une structure ossature béton armée avec remplissage en maçonnerie, sans plafond (en dehors d'un plafond de confort mais ne participant pas à la structure), surmonté d'une charpente en bois et d'une toiture en tôles. Les secousses ont généré des fissures millimétriques à toutes les liaisons ossature/remplissage révélant toute la géométrie de l'ossature (Fig. 27). Aucune fissure n'apparaît dans l'ossature. Dégâts de degré 1 dans une structure de classe de vulnérabilité C.



Fig. 27 : Ecole de M'Bouini avec fissures millimétriques à toutes les liaisons ossature/remplissage révélant toute la géométrie de l'ossature. Dégâts de degré 1 dans une structure de classe de vulnérabilité C. (photos-AS-BCSF).

L'école de Mronabeja, en ossature béton armé avec remplissage en maçonnerie, est affectée de fissures fines dans plusieurs murs de remplissage, se propageant souvent à partir des coins des ouvertures des fenêtres. Dégâts de degré 1 dans une structure de classe de vulnérabilité C.

Le poste de Police de Kani-Kéli, type case SIM en maçonnerie friable (terre compressée ?), a vu l'ensemble de son épais enduit très fortement fissuré avec des parties qui se sont détachées (Fig. 28). Il n'a pas été possible de constater des fissures dans la maçonnerie du bâtiment, l'accès étant impossible mais les fissures sur l'enduit ne semblent pas co-localisées avec des fissures dans la maçonnerie. Dégâts de degré 1 à 2 pour une classe de vulnérabilité A.



Fig. 28 : Poste de Police, en maçonnerie friable avec épais enduit très fortement fissuré et des parties détachées. La prolongation des fissures dans les murs n'est pas visible. Dégâts de degré 1 à 2 et classe de vulnérabilité A. (photos-AS-BCSF).

Une maison sur les hauteurs de Passy Kéli en ossature béton armée avec remplissage en maçonnerie R+1 est bâtie sur un terrain en pente sur des poteaux courts en bordure d'un chenal actif en saison des pluies. La structure apparente pose de nombreuses questions et de façon incompréhensible un des poteaux a été « découpé » pour laisser passer un tuyau d'évacuation en plastique. L'étage est construit sur l'ancienne structure en RDC avec semble-t-il des extensions latérales. Toute la partie au RDC en bordure de chenal est affectée de fissures ouvertes à la liaison entre les murs, dans certains murs et on observe aussi des fissures fines dans de nombreux murs et dans les poutres. De vulnérabilité A, les dégâts sont de niveau degré 2 à degré 3.



(photo-AS-BCSF).

(photo-MB-OPGC).

(photo-AS-BCSF).

Fig. 28 : Maison à Passy Kéli avec plusieurs générations d'agrandissement. Centre : poteau découpé pour faciliter le passage d'un tuyau d'évacuation en plastique. Droite : Exemple de fissure ouverte dans la partie arrière, la plus ancienne du bâtiment.

Environ 6 % des bâtiments en dur de la commune ont fait l'objet d'une déclaration de dégâts avec des dommages principalement de degré 1 pour des vulnérabilités A à C, parfois ce sont de possibles dommages de degré 2 sur des vulnérabilité A ou B. Les observations lors des visites des bâtiments confirment ces proportions ainsi que la présence de dommages de degré 2 sur des vulnérabilités A.

### KOUNGOU :

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 40-60 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 7059 dont 3372 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 32156

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 28,41

Date de la visite : 13/06/2018

Experts : Antoine SCHLUPP et Martial BONTEMPS

Nombre de bâtiments visités : 2

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 45 déclarations de particuliers dont 39 obtenues par la préfecture (dont 16 pour la résidence Canellia Palm) et 6 déclarations par les services de la mairie qui ont aussi collecté une centaine de déclaration « verbale » sans volonté de les renseigner officiellement par écrit

#### Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
51,14 %	0,31 %	0,55 %	0,04%	47,72%	0,23 %

Le bilan disponible par la commune reste très partiel et n'a pas pu nous être remis. Les dommages légers, types fissures fines, sont présents dans de nombreux bâtiments. Les dommages les plus importants qui nous ont été portés à connaissance par la préfecture sont surtout pour le lotissement Canellia Palm. Les autres dommages déclarés auprès de la préfectures sont, pour l'habitat privé, surtout concentrés dans le secteur Majicavo Lamir (22 sur les 39 mais regroupés dans 2 lotissements, Canellia Palm et Le Val Fleuri). 7 écoles et un collège ont aussi fait état de dommages.

Pour le lotissement Canellia Palm, constitué de récents bâtiments ossature béton armé et remplissage en maçonnerie R+5 ou R+6, les documents remis (photos du chantier en cours) montrent que les dommages majeurs sont liés à la défaillance de consoles sous les cheminements extérieurs, dans des zones de joints de dilatation. Ces défaillances sont locales et probablement liés à des entrechoquements qui sont des situations particulières qui sortent des critères d'analyse au sens de l'EMS-98. Les autres dommages sont des fissures au sol, murs, plafond et poutres (informations via les déclarations à la préfecture). La description suggère que ce sont des dommages de degré 1 à degré 2 localement. La vulnérabilité devrait correspondre à la classe C.

Nous avons aussi visité deux écoles.

L'école élémentaire de « Koungou plage » est de type ossature béton armé et remplissage en maçonnerie R+1 mais sans dalle de plafond (ouvert) avec une charpente en bois et un toit en tôle (Fig. 29). Le bâtiment est situé en zone de mangrove/estuaire. La maçonnerie montre diverses fissures fines, traversantes et en plus grand nombre à proximité des ouvertures (fenêtres, portes). De très longues fissures courent le long de la dalle de l'étage avec une ouverture millimétrique et sont visibles aussi de l'intérieur (mouvement entre la base de la dalle et l'ossature béton). Plusieurs poutres montrent des fissures fines. Les dommages sont de degré 2 pour une vulnérabilité B.

L'école maternelle de Majicavo-Lamir située dans la partie Est de la ville sur les reliefs et construite en ossature béton armé et remplissage en maçonnerie R+1 avec des étages « hauts », montre de nombreuses fissures entre le remplissage et l'ossature béton (horizontales et verticales), mais aussi de multiples fissures fines dans les murs et quelques fissures ouvertes notamment horizontales proches de la base de certains murs au RDC (Fig. 30). Certaines poutres sont marquées par des fissures fines traversantes. La dalle de plancher, directement sur le sol, montre aussi quelques nouvelles fissures. Les dommages sont de degré 2 pour une vulnérabilité B.

Environ 2 % des bâtiments en dur de la commune ont fait l'objet d'une déclaration avec des dommages qui s'apparentent à du degré 1, parfois du degré 2, sur des vulnérabilités probables A et B. Parmi eux, quelques personnes décrivent des dégâts pourraient correspondre à du degré 3. Ces informations ont été obtenues après notre mission à Mayotte et aucune de ces résidences privées n'a été visitée.

Remarque : Koungou s'est doté d'un PPRN en octobre 2016 qui nous a été remis. Il fait référence à l'aléa sismique et au zonage réglementaire mais ne donne pas de carte dédiée à cet aléa.



(photo-MB-OPGC).



(photo-AS-BCSF).



(photo-AS-BCSF).



(photo-AS-BCSF).

**Fig. 29 :** Ecole élémentaire de « Koungou plage » ossature béton armé et remplissage en maçonnerie sans dalle de plafond (ouvert). Fissures le long de la dalle de l'étage avec ouvertures (extérieur-intérieur). Dommages de degré 2 pour une vulnérabilité B. (photos-AS-BCSF).



(photo-AS-BCSF).



(photo-MB-OPGC).



(photo-AS-BCSF).

**Fig. 30.** Ecole maternelle de Majicavo-Lamir ossature béton armé et remplissage en maçonnerie R+1, multiples fissures fines dans les murs et nombreuses fissures entre le remplissage et l'ossature. Dommages de degré 2 pour une vulnérabilité B.

MAMOUDZOU :

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 45-65 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 15511 dont 7693 en dur.

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 71437

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 41,94

Date de la visite : 14/06/2018

Experts : Christophe SIRA et Edouard REGIS

Nombre de bâtiments visités : 6

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : une centaine + une centaine de locataires de la SIM.

Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
49 %	1,3%	0,1%	0,7%	48,8%	0,1%

Une centaine de déclarations d'habitants ont été recensés par la mairie. Il n'a pas été possible de déterminer le degré d'endommagement à partir de ces déclarations.

De nombreuses écoles et collèges de différents quartiers sont affectés de fissures. Il n'a matériellement pas été possible de les visiter dans le temps imparti (tableau ci-dessous), il est peu probable que des dommages de degré supérieur à 2 y soient présents.

Deux écoles construites en 1990 ont été fermées.

La société immobilière de Mayotte (SIM) était en cours d'analyse des déclarations faites par ses locataires ce qui représente une centaine de logements locatifs. Un bilan plus précis devrait être fait, mais nous n'avons pas vu dans les rapports comportant des photos de dommages supérieures à du degré 2. La majorité des dommages sont de degré 1. Les images ne permettent pas d'identifier les vulnérabilités, mais selon notre estimation, les classes A à C peuvent être touchées par ces dommages (majorité de B). A l'échelle de la commune et compte tenu de la forte proportion d'habitat de fortune (à priori non endommagé par les effets sismiques) on peut estimer que ces dégâts représentent un endommagement principalement négligeable à légers (degré 1) et quelques dommages modérés (degré 2) sur environ 2,8 % des bâtiments en dur de la commune. Ce pourcentage plus important que sur les autres communes, s'explique par une remontée systématique des dommages sur les propriétés de la SIM et par une distance épicerale plus faible que certaines autres communes.

Le bâtiment du CNFPT de vulnérabilité D (RC+2 en voile de béton construit en 2010) a connu un affaissement du plancher de l'ordre de 1 cm. Seul un défaut de construction peut être la cause de ce dommage, mais il est difficile de réduire cette vulnérabilité à C sans information complémentaire.

On a pu observer un dégât nouveau lors du séisme de magnitude 5,3 du 12 juin au centre-ville en zone de remblai, dans le quartier de M'Gombani sur un immeuble de 3 étages (construit en 2010 – vulnérabilité C) sans endommagement préalable (Fig. 32). Il est affecté en degré 2. Un mur de remplissage a été désolidarisé de l'ossature en béton armé.



Fig. 31. Ecole Mamoudzou quartier M'Gombani vulnérabilité B, dommages de degré 2 (photos-CS/BCSF).



Fig.32 – Immeuble SIM, ossature béton et briques d'argile, dommages de degré 2 (photos-CS/BCSF).

Doujani	Collège	Vice rectorat		Fissures, bâtiment 1 : 4 salles inquiétantes (au niveau des coursives), 4 classes à fermer par mesure de sécurité, surveillance du CDI
Mgombani	Collège	Vice rectorat		Fissures au sol dans 2 salles
Passamainty	Collège	Vice rectorat		Fissures et affaissement d'une dalle de circulation – zone fermée - Le bâti existant comporte des dommages anciens qui n'ont pas été traités : - Défauts d'étanchéité provoquant des infiltrations d'eaux, - Fissures d'ouvrages en béton armé
Mamoudzou	Préfecture / bâtiment abritant 5 agents	État	Route du GrandRepos	Fissures pré-existantes possible aggravation
Mamoudzou	CASNAV + pôle social	Vice rectorat		Bâtiment secoué, technicien dépêché sur place pour évaluer les dégâts
KAWENI	Collège K2	Vice rectorat	Collège K2	goulotte protégeant des câbles électriques dans une salle de classe s'est désolidarisée des murs
Tsoundzou II	école primaire	mairie	école primaire Tsoundzou II	fissures sols et plafonds, murs porteurs :de la Classe A et D ; sur les murs extérieurs de la classe 7 ; aggravation fissures de la passerelle, interdiction accès aux 3 classes de CM2.
Tsoundzou II	école maternelle	mairie	école maternelle Tsoundzou 2	fissures sols et plafonds, murs porteurs classe 5
Mgombani	École Mgombani primaire	mairie	École Mgombani primaire	fissures fermeture bâtiment A.Arrêté de fermeture du bâtiment A. Mis en rotation.
Mamoudzou	École primaire	mairie	École Mgombani primaire	? bâtiment A interdit au public
Mamoudzou – Circonscription sud-Passamainty village	école élémentaire	mairie	école élémentaire Circonscription sud-Passamainty village	fissures au mur et sur les dalles du béton qui évoluent au fur et à mesure
Mamoudzou – Circonscription sud-Tsoundzou 2	école élémentaire	mairie	école élémentaire, Circonscription sud-Tsoundzou 2	fissures au mur et sur les dalles du béton qui évoluent au fur et à mesure
Mamoudzou – Circonscription sud-Vahibé 1	école élémentaire	mairie	école élémentaire, Circonscription sud - Vahibé 1	fissures au mur et sur les dalles du béton qui évoluent au fur et à mesure-
Mamoudzou – Circonscription sud-Vahibé 2	école élémentaire	mairie	école élémentaire, Mamoudzou Circonscription sud- Vahibé 2	fissures au mur et sur les dalles du béton qui évoluent au fur et à mesure
Mamoudzou – Circonscription sud-Mhogoni	école élémentaire	mairie	école élémentaire, Mamoudzou Circonscription sud- Mhogoni	fissures au mur et sur les dalles du béton qui évoluent au fur et à mesure
Mamoudzou	PUBLIC	Vice-rectorat	Bâtiment du Vice-rectorat	Fissures bâtiments + bureau de Mme. Le Vice - Recteur.
Doujani	ECOLE	mairie	E cole Doujani Maternelle	Des fissures sur les murs : bureau, salles : 3-4-5-6
Mamoudzou Centre	ECOLE	Privé	Ecole maternelle privée jardin fleuri	Fissures observées dans deux classes et sur le préau.
DOUJANI 2	ECOLE	mairie	DOUJANI 2	Fissures murs, toit rez de chaussée, bureau de la directrice
Tsoundzou 1	ECOLE	mairie	ECOLE Primaire Tsoundzou 1	fissures
Tsoundzou Foundi Ade	ECOLE	mairie	ECOLE Primaire Foundi Ade	fissures
Passamainty village	ECOLE	Mairie	Ecole primaire Passamainty village	7 nouvelles fissures
Pssamainty Stade	ECOLE	Mairie	Ecole primaire Passamainty STADE	4 nouvelles fissures
Boboka	Ecole primaire	mairie	Ecole primaire Boboka	Attente arrêté municipal interdiction accès salle + partie récréative (n'impacte pas les cours)

MTSAMBORO :

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 50-70 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 2563 dont 2192 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 7705

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 13,71

Date de la visite : 13/06/2018

Experts : Christophe SIRA et Edouard REGIS

Nombre de bâtiments visités : 1 + maisons du quartier Fouboudi

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 63

Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
12,9 %	1,4 %	0,03%	0,2%	85,3 %	0,1%

63 dommages privés ont été recensés et visités par la Police. Dans le rapport transmis, nous avons pu en déduire les estimations suivantes (ordre de grandeur) :

Les endommagements localisés sont tous sur des maisons en dur et représentent 2,8% de bâtiments endommagés dans cette catégorie (63/2186 bâtiments individuels en dur – RIL 2017).

La répartition des vulnérabilités dans cette catégorie de maison en dur n'est pas connue, mais on peut estimer que 80% des bâtiments sont de vulnérabilité B, 10% de vulnérabilité A, et 10% de vulnérabilité C.

Dans les 63 dommages déclarés :

- 17% sont des constructions de vulnérabilité A (9% affectés en degré 1, 73% affectés en degré 2, 9% affectés en degré 3),
- 20,4% sont des constructions de vulnérabilité B (98,6% affectés en degré 1, 4,6% affectés en degré 2)
- 14,3% sont des constructions de vulnérabilité C (100% affectés en degré 1)

Bien que la maison de briques ait connu ces dernières décennies une évolution tout à fait positive quant à sa résistance aux mouvements sismiques (chaînage en béton armé notamment) liée aussi à un calcul pour sa résistance aux cyclones, les plus anciennes constructions (briques de 14 cm) restent fragiles et peuvent connaître des dommages conséquents (Fig.33). Les dommages les plus importants en degré d'endommagement et en nombre affectent ce type de structures.

Les bâtiments en parpaings, voire en ossature en béton armée et remplissage en maçonnerie ne connaissent ici principalement que des dommages de degré 1 (98 à 100%).

Maison SIM (**BRIQUE**), fissures sur les murs.

**LOCALISATION :**

Parcelle n°700 / Section AH / Zone U.

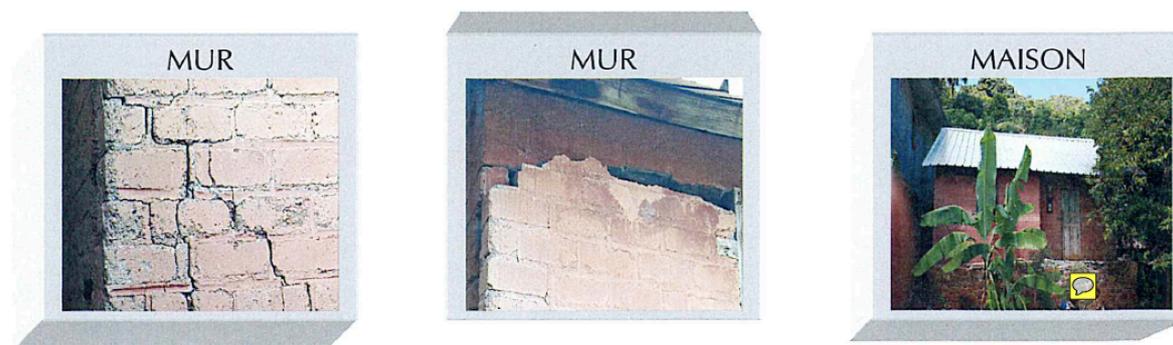


Figure 33 : Rapport de police de la commune de Mtsamboro, dommage de degré 3 sur un bâtiment de briques crues en argile compressée.

Les écoles Mtzamboro 2 et 3 ont été affectées de fissures menant pour un bâtiment de Mtzamboro 3 à sa fermeture. L'école primaire de M'Tsamboro III a été affectée de dommages de degré 2 (vulnérabilité probable B), 8 salles de classe ont été fissurées dès le 18 mai.

La visite du quartier de Foubouni (terrain en pente), où des dommages de degré 3 pré-existaient, sur des bâtiments de vulnérabilité B voire A, des dommages sensibles à importants augmentés par les secousses sont visibles sur ce quartier particulièrement sensible aux glissements de terrain (Fig. 34).

L'école maternelle Mtsahara plage a été affectée de dommages de degré 1 (fissure légère, au plafond, sol, mur) dans 4 salles de classes.

Selon les données de la préfecture, le Vice rectorat signale un endommagement dans de nombreuses salles de classe du collège de Mtsamboro ou un étaieiment a été nécessaire sur le bâtiment E.

On peut considérer que 2% des bâtiments de la commune sont affectés par des dommages. La majorité des bâtiments sont en vulnérabilité B. (selon les données du 6 juillet, 200 déclarants sont recensés dans cette communes, données non intégrées ici)



*Fig. 34 – Exemples de dommages de degré 2 sur des maisons de maçonnerie (vulnérabilité A ou B) quartier de Fouboudi. (Photo CS/BCSF)*



*Fig. 35 – Quartier Fouboudi, dommages de degré 3 préalable aux séismes, construction de vulnérabilité B – (Photo CS/BCSF).*



*Fig. 36 – Exemple d’habitat de fortune en tôle, sans endommagement - quartier de Fouboudi, (Photo CS/BCSF).*

MTSANGAMOUII :

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 50-70 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 2371 dont 1891 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 6432

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 21,84

Date de la visite : 13/06/2018

Experts : Christophe SIRA et Edouard REGIS

Nombre de bâtiments visités : 4

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 39

Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
20,2 %	0,04 %	0%	%	79,7%	0%

39 administrés signalent des dommages dans leur habitation. La liste fournie ne permet pas de connaître le niveau d'endommagement ni la classe de vulnérabilité des bâtiments endommagés. Notons que 79,7 % des bâtiments sont des ossatures en béton armé (vulnérabilité B à C).

Le collège de Tsangamoudji Assani Bodra (vulnérabilité C ou D) visité lors de notre passage n'a connu que des déplacements aux joints de dilatation (aucun dommage relevé).

L'école primaire de Tsangamoudji 1 (Fig. 38) a été évacuée pour des dommages sur un bâtiment. Les dommages préalables de degré 1 sur cette structure de vulnérabilité A ont été augmentés en degré 2 par les secousses successives.

Des dommages de degré 2 (fissuration fine d'une poutre porteuse, fissures au plafond) ont été relevés dans l'école maternelle MTsangamoudji Centre (Fig. 37).

Dans le village de Chembenyoumba une maison de briques d'argile (vulnérabilité A) située en zone de pente a connu des dommages de degré 2.

Au final moins de 1% des bâtiments ont été endommagés sur cette commune principalement construite en poteaux-poutres en béton de vulnérabilité B à C.



Fig. 37 – Ecole maternelle Centre, dommages de degré 2 (fissuration fine, murs, plafonds et poutres). (Photo CS/BCSF)



*Fig. 38 – Ecole primaire n°1, vulnérabilité A, maçonnerie de pierres (endommagement préalable), dommages de degré 2 (fissuration, murs, plafonds). (Photo CS/BCSF)*

OUANGANI :

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 50-70 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 2572 dont 1443 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 10203

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 19,05

Date de la visite : 12/06/2018

Experts : Christophe SIRA et Edouard REGIS

Nombre de bâtiments visités : 4

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 17

Bâtiments visités : Ecole de Barakani 2 Haut et bas, Mairie

Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
40,9%	2,3 %	0%	%	56,6 %	0,15%

Visite de la mairie : 17 dommages ont été déclarés par les particuliers à la mairie soit moins de 1% des bâtiments de la commune. Le niveau des dommages est principalement de degré 1, quelques degré 2 sont observés (vulnérabilité A et B).

La mairie (vulnérabilité C) est affectée de dommages de degré 2 (fissuration poutre porteuse – Fig. 39) et 4 écoles (vulnérabilité de B à C) sont affectées de dommages de degré 1 à 2.

L'école primaire de Barakani 2 le Haut n'a sans doute pas été endommagée dans sa structure (expertise visuelle), seuls les parements en soubassement semblent avoir été fissurés (degré 1).

L'école primaire Barakani 2 le Bas (vulnérabilité A) connaît quelques fissurations importantes dans les murs, indiquant un dommage de degré 2 qui a conduit à sa fermeture par la mairie (Fig. 40). Le bloc toilettes (vulnérabilité A) est également endommagé en niveau 2.



Fig. 39 – Mairie de Ouangani, endommagement de degré 2 (fissuration poutres porteuses). (Photo CS/BCSF)



*Fig. 40 – Ecole de Barkani 2, dommages de degré 2, vulnérabilité A (nombreuses fissures, ici fissure traversante dans mur en maçonnerie). (Photo CS/BCSF)*

PAMANDZI:

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 40-60 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 2704 dont 1878 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 11442

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 4,29

Date de la visite : 14/06/2018

Experts : Antoine SCHLUPP et Martial BONTEMPS

Nombre de bâtiments visités : 2

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 85

Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
30,12%	0,44 %	0,08 %	0,08 %	69,26 %	0%

La partie ouest de Pamandzi, en bord de mer, comporte de nombreux bâtiments anciens (partie historique de la ville) en RDC qui sont souvent composés d'une ossature béton armée et remplissage en maçonnerie. La qualité de ces constructions varie ainsi que leur entretien mais elles sont majoritairement construites avec du sable de mer favorisant la corrosion des aciers. On observe surtout des fissures aux liaisons ossature et remplissage avec des tailles modérées (Fig. 41). Cependant, nous n'avons pas pu visiter l'intérieur de ces maisons privées, cette analyse reste donc visuelle depuis l'extérieure. Les dégâts sont principalement de degré 1 à 2 pour une vulnérabilité A. Lorsque ces habitations ont été rénovées et renforcées (vulnérabilité B à C), les fissurations sont plus faibles voire absentes.

La bibliothèque municipale, bâtiment ossature béton armée et remplissage en maçonnerie R+1, montre de nombreuses fissures fines dans la majorité des murs et plafonds (Fig. 43). Des fissures traversantes horizontales de longueur métrique apparaissent sur plusieurs murs. A partir des coins des ouvertures de fenêtres ou portes on observe des fissures plus ou moins longues parfois ouvertes. Des fissures fines sont présentes aussi sur certains poteaux et certaines poutres en béton armé. Dégâts degré 2 pour une vulnérabilité B (C déclassé en B du fait de son état général et des fissures préexistantes).

L'école primaire Mongome, en ossature béton armée et remplissage en maçonnerie RDC, a subi des fissures fines avec une faible ouverture sur certains murs à partir du coin des fenêtres et un poteau qui soutient l'avancée du toit a subi des fissures sur la moitié de sa hauteur (visite extérieur uniquement) (Fig. 42)

Environ 4 % des bâtiments en dur de la commune ont fait l'objet d'une déclaration par les particuliers avec des dommages qui pourraient être associés à du degré 1 mais aussi du degré 2 en proportion importante sur des vulnérabilité A et B (et peut-être sur quelques vulnérabilité C mais qui pourraient correspondre à du B selon l'état initial, cas rencontré plusieurs fois à Mayotte mais impossible à justifier sans visite).



Fig. 41 : secteur ouest de Pamandzi, en bord de mer, ossature béton armée et remplissage en maçonnerie majoritairement construites avec du sable de mer favorisant la corrosion des aciers. Fissures aux liaisons ossature et remplissage. Les dégâts sont principalement de degré 1 à 2 pour une vulnérabilité A. (photos-AS-BCSF).



Fig. 42 : Ecole primaire Mongome, en ossature béton armée et remplissage en maçonnerie RDC : fissures fines avec une faible ouverture murs à partir du coin des fenêtres + fissures sur un poteau qui soutien l'avancée du toit. (photos-AS-BCSF).



(photo-AS-BCSF).



(photo-MB-OPGC).



(photo-AS-BCSF).



(photo-AS-BCSF).

Fig. 43 : Bibliothèque municipale, ossature béton armée et remplissage en maçonnerie R+1, montre de nombreuses fissures fines dans la majorité des murs et plafonds. Dégâts degré 2 pour une vulnérabilité B (C déclassé en B du fait de son état général et des fissures préexistantes).

SADA :

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 55-75 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 2617 dont 2163 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 11156

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 10,92

Date de la visite : 12/06/2018

Experts : Antoine SCHLUPP et Martial BONTEMPS

Nombre de bâtiments visités : 5

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 76

Typologie de l'habitat sur la commune d'après les données RIL-2017

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
5,02 %	0%	0%	0%	94,97 %	0%

Les services de la mairie indiquent que la plupart des maisons en ossature béton armé avec remplissage en maçonnerie, souvent en R+1, sont affectés de fissures fines (Dégâts degré 1 pour une vulnérabilité B à C). Pour les maisons type case SIM en brique de terre, 10% sont affectées par des fissures importantes à très importantes correspondant à du degré 2 (voir degré 3) pour une vulnérabilité A.

La visite de 2 maisons individuelles R+1 en ossature béton armé avec remplissage en maçonnerie indique qu'elles sont affectées de fissures dans les murs et dans les ossatures béton. Pour l'une, elles sont rares et fines sauf dans une arche+poutre avec fissures traversant l'ensemble. Pour l'autre, de moins bonne qualité avec une partie du RDC transparente, elle a subi des fissures dans la dalle béton RDC/1<sup>er</sup> étage et 2 poteaux ont des fissures importantes traversantes soit horizontales soit verticales (Fig. 44). De plus, les fissures dans les murs sont plus nombreuses et partent souvent des bords de fenêtres (degré 2 vulnérabilité B). La distance entre ces deux maisons n'est que de quelques centaines de mètres et toutes les deux sont sur les flancs du relief.

A proximité des ces maisons est situé l'école, sur un haut topographique. Sa structure est de type case SIM maçonnerie + charpente en bois + toit en tôle, sans plafond. Les bâtiments sont marqués par diverses fissures fines ou avec une faible ouverture dans les murs. Certains bâtiments condamnés n'étaient pas accessibles.

L'école maternelle « Sada I M'Tsangani », en bord de mer, est en ossature béton armé avec remplissage en maçonnerie R+1. Une partie des bâtiments est avec RDC transparent (Fig. 45). C'est là que se trouvent les dommages les plus importants sur quelques poteaux en béton qui sont fissurés en leur centre dans le sens de la hauteur et à leur pied. Dans un cas la tête d'un poteau est fissurée à la jonction avec l'attache de la charpente en bois. (degré 1 à degré 2 pour une vulnérabilité estimée à B)

La mosquée qui jouxte l'école « Sada I M'Tsangani », est une structure ossature béton armé « en étoile » avec un remplissage en maçonnerie pour les parois extérieures. Les fissures dans le remplissage sont nombreuses dans les murs, souvent à partir du bord des fenêtres. Certaines poutres montrent des fissures fines. Il est à noter que certaines poutres reposent directement sur les murs en maçonnerie induisant alors une fissuration notable et marquée (ouvertures) dans celui-ci (Fig. 46) (Dégâts de degré 2 pour une vulnérabilité estimée à B).

Environ 4 % des bâtiments en dur de la commune ont fait l'objet d'une déclaration par les particuliers avec des dommages de degré 1 à 2 pour des vulnérabilité A et B. Quelques cas de dommages de degré 2 sur des vulnérabilités B ont été observés lors de la visite de la commune.



Fig. 44 : poteau avec fissures traversantes horizontales. Exemple de fissures dans les murs (degré 2 vulnérabilité B). (photos-AS-BCSF).



(photo-AS-BCSF).

(photo-MB-OPGC).

(photo-AS-BCSF).

Fig. 45 : Ecole maternelle « Sada I M'Tsangani », ossature béton armé avec remplissage en maçonnerie R+1. RDC transparent. Quelques poteaux en béton fissurés en leur centre dans le sens de la hauteur et à leur pied. (degré 1 à degré 2 pour une vulnérabilité estimée à B)



(photo-MB-OPGC).

(photo-MB-OPGC).

Fig. 46 : La mosquée qui jouxte l'école « Sada I M'Tsangani », structure ossature béton armé « en étoile » avec un remplissage en maçonnerie pour les parois extérieures. Droite : poutres reposent directement sur les murs en maçonnerie induisant une fissuration avec ouvertures. Dégâts de degré 2 pour une vulnérabilité estimée B.

TSINGONI :

Intensité EMS-98 équivalente : V-VI

(basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment)

Distance à l'essai sismique (km) selon données BRGM: environ 50-70 km

Nombre bâtiments (RIL 2017) : 3617 dont 2002 en dur

Nombre d'habitants (population municipale INSEE-2017) : 13934

Superficie de la commune (km<sup>2</sup>) : 34,76

Date de la visite : 13/06/2018

Experts : Christophe SIRA et Edouard REGIS

Nombre de bâtiments visités : 3

Nombre de particuliers ayant déclaré des dommages : 1

Dommages constatés sur place : 3

Typologie de l'habitat sur la commune

Habitat de fortune	Maison ind. Bois ou terre	Case traditionnelle	Immeuble collectif	Maison indiv. en dur	autre
5,3%	%	0%	%	94,7 %	0%

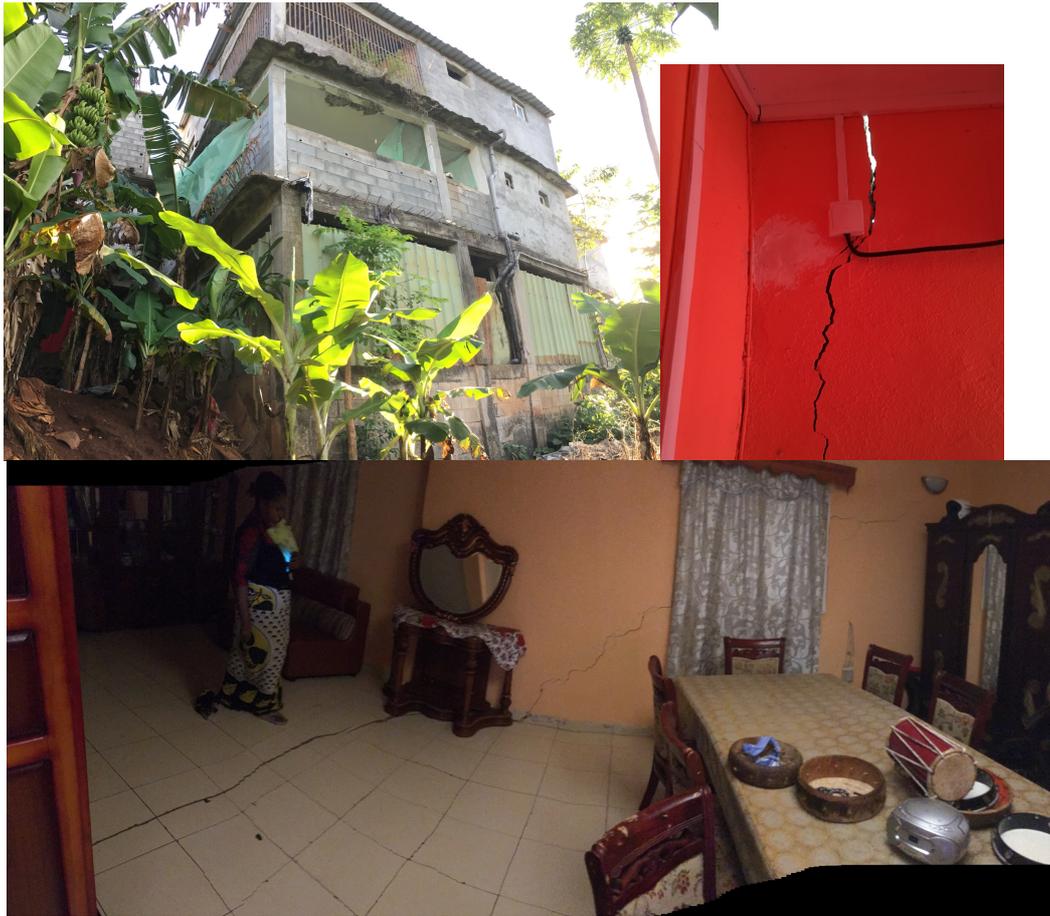
Selon le Directeur général des services, un seul courrier de particulier signalant des dommages a été reçu par la mairie. Aucun dommage sur les bâtiments administratifs n'a été constaté.

Toutefois, lors de notre passage, une habitante nous a fait visiter sa maison construite en zone de forte pente avec une ossature en béton armé et remplissage en maçonnerie de parpaings (Fig. 47). Des dégâts initiaux sont visibles, mais les effets sismiques ont, de toute évidence, généré des dommages sensibles à importants à la structure (dommages de degré 3). Sans dommage préalable on peut penser que cette construction rétrogradée en vulnérabilité B aurait été seulement affectée de degré 2.

3 autres habitations de vulnérabilité B construites sur cette zone de pente connaissent également des dommages de degré 1 à 2.

Selon les déclarations reçues par la préfecture, le Vice rectorat constate des fissures dans les 1<sup>er</sup> et 2<sup>eme</sup> étages du collège de Tsingoni. Des mouvements aux joints de dilatation ont été observés.

Au final moins de 1% des bâtiments de la commune semblent affectés sur cette commune principalement construite en maison en dur (vulnérabilité de B à C). De rares constructions sont affectées de degré 2. Le cas de degré 3 est lié à l'endommagement initial augmentant la vulnérabilité et non à la sévérité de la secousse.



*Fig. 47 – Maison en ossature béton armé et parpaings, RC+2 sur terrain en pente, préalablement endommagée, dommages de degré 3 (vulnérabilité A). La partie arrière vers la pente se détache du reste du bâtiment. La partie avant (RC sur la rue) est extrêmement fissurée (fissuration larges murs, planchers, ossature). (Photo CS/BCSF)*

### 3. Conclusions

Cette étude porte sur les effets macrosismiques de l'essai sismique situé à environ 50-60 km à l'est de Mamoudzou et qui ont été causés par les séismes s'étant produits entre le 10 mai 2018 (début de l'essai) jusqu'à la date de visite du GIM (Groupe d'intervention macrosismique) entre le 12 et le 14 juin 2018 dans les 17 communes de Mayotte. L'essai sismique a produit plus d'un millier de séismes sur cette période (BRGM). Le séisme présentant la plus forte magnitude (5,7 selon le BRGM) a eu lieu le 15 mai 2018 et a été suivi, sur la période considérée, d'une trentaine de séismes de magnitude comprise entre 5 et 5,5 ressentis par la population.

Compte tenu de l'impossible distinction des effets propres à chaque séisme, l'objectif de cette mission n'a donc pas été d'estimer des intensités communales, au sens propre du terme, **mais d'établir un bilan du niveau d'endommagement des bâtiments, selon leur vulnérabilité, produit par l'essai sismique jusqu'à la date de notre enquête dans chaque commune. Ce bilan de dommages cumulés est rapproché d'une « valeur d'intensité communale équivalente »** sans toutefois que cette valeur puisse être utilisée scientifiquement comme la caractéristique d'une secousse en particulier. Par contre, cela peut aider à mettre en perspective des cas similaires sur la période historique.

Au cours de cette mission de collecte d'informations sur le terrain dans les 17 communes de Mayotte, avec le concours des mairies et des services municipaux, **nous avons visité 63 bâtiments pour identifier leur degré d'endommagement et leur vulnérabilité au sens EMS-98.** Plus d'un millier de déclarations de dommages avaient déjà été recueillies par les services des mairies et de la préfecture de Mayotte.

Sur chacune des communes de Mayotte, les dommages cumulés liés à l'essai sismique depuis le 10 mai 2018 jusqu'à la date de visite des 17 communes (entre le 12 et le 14 juin 2018) sont équivalents au minimum à une intensité V sur l'échelle EMS-98 correspondant à des dégâts de degré 1 de quelques bâtiments (moins de 10%) de classe de vulnérabilité A ou B.

Pour atteindre des dommages équivalents à une intensité VI nous devons observer, à l'échelle d'une commune, de nombreux ( $\approx 10$  à 50%) bâtiments des classes de vulnérabilité A et B subissant des dégâts de degré 1, quelques-uns (moins de 10%) de classes A et B subissant des dégâts de degré 2 et quelques-uns (moins de 10%) de classe C subissant des dégâts de degré 1 (EMS-98). En ce qui concerne les dégâts de degré 1 (fissures capillaires dans très peu de murs, aucun dommage sur la structure du bâtiment), il est courant que seule une proportion limitée des bâtiments affectés soit effectivement signalée soit parce qu'il est difficile d'identifier les nouvelles fissures fines de celles préexistantes, soit parce qu'elles sont considérées négligeables par l'occupant. D'autre part, de nombreux bâtiments ont été repeints comme il est de coutume à Mayotte pour la fête de la fin du Ramadan (15 juin 2018) rendant l'identification des fissures fines encore plus difficile. Ce qui devient discriminant, pour atteindre une intensité équivalente VI, est donc la présence de dégâts de degré 2 pour des classes de bâtiments A et B même en proportion faible (moins de 10 %, sachant qu'un bâtiment unique affecté de degré 2 n'est pas un critère suffisant) et l'apparition de fissures capillaires sur quelques bâtiments de classe C. Les dégâts de degré 2 correspondent à des fissures dans de nombreux murs y compris sur la structure du bâtiment et/ou des chutes de grands morceaux de plâtre (un autre critère est l'endommagement de cheminées mais elles ne sont pas ou très peu présentes à Mayotte). Nous avons pu constater, dans chaque commune, la présence de tels dommages, bien qu'en faible nombre, sur des bâtiments de classe A ou B, incluant des bâtiments qui sont habituellement par leur typologie de classe B et C mais qui sont déclassés du fait d'erreurs de construction, de non-respect des règles minimales de construction ou de malfaçons manifestes. **Il en découle que chaque commune comporte, au moins localement, des dommages équivalents à une intensité VI.**

Aucune commune ne présentait à la date de nos visites de dommages cumulés équivalents à une intensité VII.

**Nous affectons donc, pour chaque commune la valeur « d'intensité équivalente » de V-VI devant être lu comme « soit V soit VI selon les secteurs de la commune ». Ces valeurs sont basées sur les dommages cumulés induits par l'essai de séismes du 10 mai à la date de visite (12 à 14 juin) et ne sont donc pas caractéristiques d'une secousse unique.**

Il faut cependant tenir compte de plusieurs difficultés rencontrées qui ajoutent une certaine incertitude sans remettre en question les niveaux d'intensité équivalente résultants de notre analyse.

- Les communes sont réparties sur de grandes surfaces, divisées en plusieurs « villages anciens » présentant des configurations géologiques et topographiques différentes. Il en résulte une certaine variation des niveaux

de secousse, y compris dans ce contexte particulier d'essai sismique. La mission n'a malheureusement pas pu se rendre dans chacun de ces villages composant chaque commune et faire une cartographie détaillée des variations à l'échelle communale. Une telle étude demanderait la mobilisation d'une équipe à minima trois fois plus importante. Il serait aussi souhaitable que le GIM (Groupe d'intervention macrosismique) ait, comme pour les Antilles, des membres à Mayotte formés à l'analyse macrosismique. Cela permettrait d'effectuer un état des lieux préliminaire rapide, potentiellement après chaque séisme important, qui pourrait être complété par le soutien d'équipes issues de la métropole en cas de nécessité.

- Le retour d'informations auprès des mairies ou des autorités au sens large reste limité en dehors des bâtiments publics qui ont fait l'objet d'un contrôle volontaire par les autorités et les responsables de ces structures.

- Les particuliers sont souvent appelés à déposer leur demande et observations de dégâts auprès des services de police qui vont alors constater sur place et réaliser des fiches illustrées de photos. Sachant que la plupart des habitations n'ont pas été construites selon les règles (règles de construction mais aussi règles administratives, sans assurance), une proportion de propriétaires ne s'engage pas dans cette démarche surtout lorsque les dommages leur paraissent limités. Un guichet ouvert auprès des centres communaux d'action sociale semble avoir plus de succès (exemple notamment de Bandraboua).

- Le fait de travailler sur les effets cumulés d'un essaim de séismes nous impose de réaliser notre analyse quasi exclusivement sur l'indicateur « effets sur les bâtiments » car il est impossible de considérer les effets cumulés sur les personnes, les objets et le mobilier. On peut cependant constater que les effets rapportés sur les 3 séismes les plus forts de l'essai (jusqu'au 15 juin) semblent correspondre à une intensité d'environ V (estimation non basée sur une étude complète).

Nous soulignons également qu'une attention particulière doit être portée sur les bâtiments présentant les dommages les plus importants, afin qu'une nouvelle secousse, même mineure, ne transforme pas ces dommages en endommagements irrémédiables. Nous encourageons également les corporations du bâtiment et les pompiers à se former à l'étalement sismique pour permettre aux ouvrages confortés de résister à une secousse sismique engendrant des mouvements dans les 3 dimensions (étalement vertical insuffisant pour se prémunir des effets d'une nouvelle secousse sismique).

Le BCSF-RENASS, suite aux constats effectués lors de cette mission, appuie très fortement la création sur Mayotte d'une cellule d'expertise bâtementaire d'urgence AFPS (Association française du génie parasismique), sur le modèle déjà existant en Martinique ou en Guadeloupe.

#### 4. ANNEXES

##### Annexe 1 – Echelle d'intensité EMS98 simplifiée.

peu : < 10% / beaucoup 10 à 50% / la plupart > 50%

Intensité	Définition	Description
I	Non ressenti	Non ressenti, même dans les circonstances les plus favorables
II	A peine ressenti	La vibration n'est ressentie que par quelques personnes au repos, en particulier dans les étages supérieurs des bâtiments.
III	Faible	Une faible vibration est ressentie à l'intérieur par quelques personnes. Des personnes au repos ressentent un balancement ou un léger tremblement.
IV	Largement observé	Le séisme est ressenti à l'intérieur par de nombreuses personnes et par un très petit nombre dehors. Quelques personnes sont réveillées. L'amplitude des vibrations reste modérée. Les fenêtres, les portes et la vaisselle vibrent. Les objets suspendus se balancent.
V	Fort	Le séisme est ressenti à l'intérieur par la plupart des personnes et par un petit nombre dehors. Les personnes endormies se réveillent. Quelques personnes sortent en courant. Les bâtiments entre en vibrations. Les objets suspendus oscillent fortement. La vaisselle, les verres tintent. La vibration est forte. Quelques objets lourds et instables se renversent. Les portes et les fenêtres s'ouvrent ou se ferme.
VI	Légers dégâts	Ressenti par la plupart des personnes à l'intérieur et par beaucoup dehors. De nombreuses personnes sont effrayées dans les bâtiments et courent vers les sorties. Les objets tombent. De légers dégâts apparaissent dans les bâtiments ordinaires : petites fissures dans les plâtres, chute de petits morceaux de plâtre...
VII	Dégâts	La plupart des personnes sont effrayées et courent vers les sorties. Les meubles sont déplacés et de nombreux objets tombent des étagères. Un grand nombre de bâtiments ordinaires sont endommagés: petites fissures dans les plâtres, chute partielles de cheminées...
VIII	Importants dégâts	Du mobilier peut être renversé. De nombreux bâtiments ordinaires sont endommagés: chutes de cheminées, larges fissures dans les murs et un petit nombre de bâtiments peuvent s'effondrer partiellement.
IX	Destructions	Les monuments sont renversés. De nombreux bâtiments ordinaires s'écroulent partiellement et un petit nombre s'effondre.
X	Nombreuses destructions	Un grand nombre de bâtiments ordinaires s'effondrent.
XI	Destructions généralisées	La plupart des bâtiments ordinaires s'effondrent.
XII	Destruction totale	Toute structure à l'air libre ou en sous-sol est fortement endommagée ou détruite.

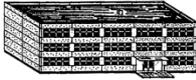
*Adapté du résumé utilisé par le British Geological Survey (résumé original : Grünthal, G., (ed.), (1998). "European Macroseismic Scale 1998", Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie. Volume 15, Luxembourg.*

## Classification de la vulnérabilité selon l'EMS-98 en fonction des types de structures

Type de structure	Classe de vulnérabilité					
	A	B	C	D	E	F
MAÇONNERIE	Moellon brut, pierre tout venant	○				
	Brique crue (adobe)	○—				
	Pierre brute	—○				
	Pierre massive		—○—			
	Non renforcée, avec des éléments préfabriques	—○—				
	Non renforcée, avec des planchers en béton armé		—○—			
	Renforcée ou chaînée			—○—		
BÉTON ARMÉ	Ossature sans conception parasismique (CPS)		—○—			
	Ossature avec un niveau moyen de CPS		—○—			
	Ossature avec un bon niveau de CPS			—○—		
	Murs sans CPS		—○—			
	Murs avec un niveau moyen de CPS			—○—		
	Murs avec un bon niveau de CPS				—○—	
ACIER				—○—		
BOIS				—○—		

○ Classe de vulnérabilité la plus probable; — Intervalle probable;  
 ..... Intervalle de probabilité plus faible, cas exceptionnels

## Classification des dégâts selon l'EMS-98

Classification des dégâts aux bâtiments en maçonnerie		Classification des dégâts aux bâtiments en béton armé	
	<p><b>Degré 1: Dégâts négligeables à légers (aucun dégât structural, légers dégâts non structuraux)</b></p> <p>Fissures capillaires dans très peu de murs. Chute de petits débris de plâtre uniquement. Dans de rares cas, chute de pierres descellées provenant des parties supérieures des bâtiments.</p>		<p><b>Degré 1: Dégâts négligeables à légers (aucun dégât structural, légers dégâts non structuraux)</b></p> <p>Fissures fines dans le plâtre sur les parties de l'ossature ou sur les murs à la base. Fissures fines dans les cloisons et les remplissages.</p>
	<p><b>Degré 2: Dégâts modérés (dégâts structuraux légers, dégâts non structuraux modérés)</b></p> <p>Fissures dans de nombreux murs. Chutes de grands morceaux de plâtre. Effondrement partiel des cheminées.</p>		<p><b>Degré 2: Dégâts modérés (dégâts structuraux légers, dégâts non structuraux modérés)</b></p> <p>Fissures dans les structures de types portiques (poteaux et poutres) et dans structures avec murs. Fissures dans les cloisons et les murs de remplissage; chute des revêtements friables et du plâtre. Chute du mortier aux jonctions entre les panneaux des murs.</p>
	<p><b>Degré 3: Dégâts sensibles à importants (dégâts structuraux modérés, dégâts non structuraux importants)</b></p> <p>Fissures importantes dans la plupart des murs. Les tuiles des toits se détachent. Fractures des cheminées à la jonction avec le toit; défaillance d'éléments non structuraux séparés (cloisons, murs pignons).</p>		<p><b>Degré 3: Dégâts sensibles à importants (dégâts structuraux modérés, dégâts non structuraux importants)</b></p> <p>Fissures dans les poteaux et dans les nœuds à la base de l'ossature et aux extrémités des linteaux des murs avec des ouvertures. Ecaillage du revêtement de béton, flambement des barres d'armature longitudinale. Fissures importantes dans les cloisons et les murs de remplissage, défaillance de certains panneaux de remplissage.</p>
	<p><b>Degré 4: Dégâts très importants (dégâts structuraux importants, dégâts non structuraux très importants)</b></p> <p>Défaillance sérieuse des murs; défaillance structurale partielle des toits et des planchers.</p>		<p><b>Degré 4: Dégâts très importants (dégâts structuraux importants, dégâts non structuraux très importants)</b></p> <p>Fissures importantes dans les éléments structuraux avec défaillance en compression du béton et rupture des barres à haute adhérence; perte de l'adhérence barres-béton; basculement des poteaux. Eroulement de quelques poteaux ou d'un étage supérieur.</p>
	<p><b>Degré 5: Destruction (dégâts structuraux très importants)</b></p> <p>Effondrement total ou presque total.</p>		<p><b>Degré 5: Destruction (dégâts structuraux très importants)</b></p> <p>Effondrement total du rez-de-chaussée ou de parties de bâtiments.</p>

Formulaire d'enquête communale (mairie, gendarmerie, pompiers).



**Enquête  
séisme  
formulaire  
BCSF collectif**  
Bureau central sismologique français  
[www.franceseisme.fr](http://www.franceseisme.fr)

Ministère de l'éducation nationale  
de la recherche et de la technologie



Ministère de l'intérieur  
Direction de la défense  
et la sécurité civiles

Le BCSF assure la collecte et l'archivage des renseignements et témoignages relatifs aux séismes ressentis en France. En collaboration et résumé, les témoignages dans ce questionnaire, vous contribuez à préciser le risque sismique dans votre région. Le Directeur du BCSF

**COMMUNE**

**Code postal**

**Remplir le**

nombre de bâtiments sur la commune

par (nom)

par (prénom)

**DATE DU SEISME**

**HEURE DU SEISME**

**organisme**

**email**

**Le séisme a-t-il été ressenti sur votre commune ?**

**a été ressenti par :**

à l'extérieur	sans réponse
au rez-de-crausée	sans réponse
au 1er - 2ème	sans réponse
au 3ème-4ème	sans réponse
5ème et +	sans réponse
ressenti comme un balancement	sans réponse
ressenti comme une vibration	sans réponse

**j'ai ressenti personnellement le séisme**

les personnes ont été réveillées	sans réponse
les personnes sont sorties des bâtiments	sans réponse
les personnes ont perdu l'équilibre	sans réponse
- à l'intérieur	sans réponse
- à l'extérieur	sans réponse
la secousse a	sans réponse

**bruit entendu**

grondement proche et fort

explosion, coup de tonnerre proche et fort

autre bruit

<b>OBJETS</b>	<b>inférieur au 3ème</b>	<b>supérieur au 3ème</b>
oscillation des objets suspendus (lustres, cadres,...)	sans réponse	sans réponse
vibration des petits objets (porcelaine, verres, ...)	sans réponse	sans réponse
tremblement du mobilier léger (chaise, guéridon,...)	sans réponse	sans réponse
vibration des portes, fenêtres, vitres, vitrines	sans réponse	sans réponse
craquement des poutres, planchers et meubles	sans réponse	sans réponse
oscillation des liquides dans les récipients	sans réponse	sans réponse
débordement des liquides des récipients pleins	sans réponse	sans réponse
ouverture et fermeture des portes ou fenêtres	sans réponse	sans réponse

Chutes/déplacements

bis d'objets (tableaux, verrerie, porcelaine,...)	inférieur au 3ème	supérieur au 3ème
petits objets instables ou mal fixés	sans réponse	sans réponse
mobilier léger (chaises, table de chevet,...)	sans réponse	sans réponse
mobilier lourd (armoires, buffet,...)	sans réponse	sans réponse

Notes ici d'autres informations ou d'autres types de dégâts observés

**CONSTRUCTION** le séisme a produit des dégâts  nombre de bâtiments affectés

Type 1 : tout venant	infos	type 1	type 2	type 3	type 4	type 5	type 6
Type 2 : maçonnerie	bulle	<input type="text"/>					
Type 3 : béton armé	(ici)	<input type="text"/>					
Type 4 : bois		<input type="text"/>					
Type 5 : métal		<input type="text"/>					
Type 6 : parasismique		<input type="text"/>					

pourcentage de bâtiments pourcentage de bât. affectés

fissures fines ou superficielles

fissures larges et profondes

chutes de petits morceaux de plâtre ou éléments mal scellés

chutes de gros morceaux de crépis

écroulements de morceau de cloisons, murs, pignons

fissures aux joints de poutres, poteaux, angle de murs, ou dalle

chutes de mortier aux joints de murs ou dalles armées

effondrements partiels de planchers

effondrements de poteaux ou d'un étage

nombre de toitures endommagées tous types confondus

nombre de toitures affectées par des chutes de tuiles et d'ardoises

nombre de effondrements de toits, tous types confondus

nombre de chutes de couronnes ou de parties de cheminées

nombre de chutes de cheminées (cassées au ras du toit)



**Bureau central  
sismologique  
BCSF français**  
**Enquête séisme**  
*formulaire individuel*

Ministère de l'éducation nationale  
de la recherche et de la technologie

Ministère de l'intérieur  
Direction de la défense  
et la sécurité civiles

Le BCSF assure la collecte et l'archivage des renseignements et témoignages relatifs aux séismes ressentis en France.  
En collectant et résumant les témoignages dans ce questionnaire, vous contribuerez à préciser le risque sismique dans votre région.

le Directeur du BCSF

**■ Avez-vous personnellement senti le séisme?**  OUI  NON

01P sur la commune de (lieu d'observation) :

Adresse :

Code postal :

Même si le séisme n'a pas été senti, merci de renvoyer ce questionnaire, N'ajoutez aucune mention en dehors des cases (ni tampon, ni agrafe). Merci.

SEISME DU :

/  / 2 0 0 02P

à  heure(s)  minute(s) 03P

rempli le :  /  / 2 0 0

Nom :

Prénom :

Situation  
du témoin

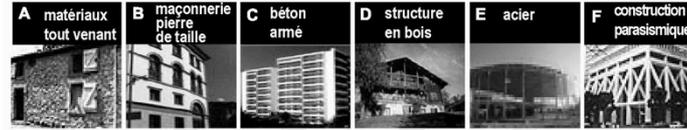
■ à l'intérieur d'un bâtiment  à l'extérieur ( plein air)  04P

■ à l'étage : SS  RdC  1er, 2e  3e,4e  5e et plus  05P

■ en activité debout  en activité assis  au repos  en sommeil  06P

Type de bâtiment

■ maison  immeuble  07P nombre d'étage  08P



■ date de construction :

avant 1945  
 entre 1946 et 1997  
 après 1997

01C

Effets sur  
le témoin

■ j'ai senti la secousse comme : un balancement : faible  moyen  fort  09P

une vibration : faible  moyen  fort  10P

■ la secousse m'a réveillé(e)  11P

■ je suis sorti(e) du bâtiment en courant  12P

■ j'ai perdu l'équilibre  13P

■ la secousse m'a : inquiété  14P

effrayé

paniqué

Effets sur les objets

Oscillations, vibrations ...

	faible	moyen	fort	
■ oscillation des objets suspendus (lustres, cadres)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	01O
■ vibration des petits objets (verres, assiettes, bibelots, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	02O
■ tremblement du mobilier léger (chaise, table de chevet, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	03O
■ vibration des portes, fenêtres, vitres, vitrines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	04O
■ craquement des poutres, planchers et meubles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	05O

**oui**

■ oscillation des liquides dans les récipients	<input type="checkbox"/>	06O
■ débordement des liquides des récipients pleins	<input type="checkbox"/>	07O
■ ouverture et fermeture de portes ou de fenêtres	<input type="checkbox"/>	08O
■ bris d'objets (tableaux, verrerie, porcelaine, etc.) , vitres	<input type="checkbox"/>	09O

Déplacements, chutes de :

	déplac.	chute	
■ petits objets instables ou mal fixés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10O
■ mobilier léger (lit, chaise, table de chevet, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11O
■ mobilier lourd (armoire, buffet, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12O

Bruits

■ grondement faible et lointain  01E

■ tonnerre proche et fort  02E

■ explosion  03E

autre :  04E

49144



**Effets sur votre bâtiment**

**Fréquences des dégâts relevés**

	peu	nombreux généralisés
■ fissures fines ou superficielles (quelques mm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 03C
■ fissures larges et profondes (quelques cm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 04C
■ chute de petits morceaux de plâtre ou d'éléments hauts mal scellés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 05C
■ chute de gros morceaux de plâtre ou de revêtement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 06C
■ écroulement de morceaux de cloisons, murs, pignons	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 07C
■ fissures aux joints de poutres, poteaux, angles de murs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 08C
■ chute de mortier aux joints de murs ou dalles armées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 09C
■ effondrement partiel de planchers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 10C
■ effondrement de poteaux ou d'un étage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 11C
<b>TOITURES</b>		
■ chute de tuiles, d'ardoises	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 12C
■ effondrement partiel	<input type="checkbox"/>	OUI <input type="checkbox"/> 13C
■ effondrement total	<input type="checkbox"/>	OUI <input type="checkbox"/> 14C
<b>CHEMINÉES</b>		
■ chute de couronne ou de partie de cheminée	<input type="checkbox"/>	OUI <input type="checkbox"/> 15C
■ chute de cheminée (cassée au ras du toit)	<input type="checkbox"/>	OUI <input type="checkbox"/> 16C

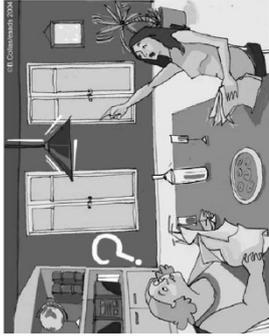
Observations complémentaires

15P

**Quelle image correspond le mieux à la secousse vécue ?**



**A**



**B**



**C**



**D**



**E**



**F**



**G**

49144

**Annexe 3 – Tableau des intensités EMS-98 équivalente par commune de Mayotte**

Ville	Intensité EMS-98 « équivalente » basée sur des observations cumulées sur le seul indicateur bâtiment	Période du 10 mai 2018 à
<b>ACOUA</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 13/06/2018
<b>BANDRABOUA</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 13/06/2018
<b>BANDRELE</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 12/06/2018
<b>BOUENI</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 12/06/2018
<b>CHICONI</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 12/06/2018
<b>CHIRONGUI</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 14/06/2018
<b>DEMBENI</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 14/06/2018
<b>DZAOUDZI-LABATTOIR</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 14/06/2018
<b>KANI KELI</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 12/06/2018
<b>KOUNGOU</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 13/06/2018
<b>MAMOUDZOU</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 14/06/2018
<b>MTSAMBORO</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 13/06/2018
<b>MTSANGAMOUJI</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 13/06/2018
<b>OUANGANI</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 12/06/2018
<b>PAMANDZI</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 14/06/2018
<b>SADA</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 12/06/2018
<b>TSINGONI</b>	Intensité EMS-98 « équivalente » <b>V-VI</b>	Date de la visite 13/06/2018

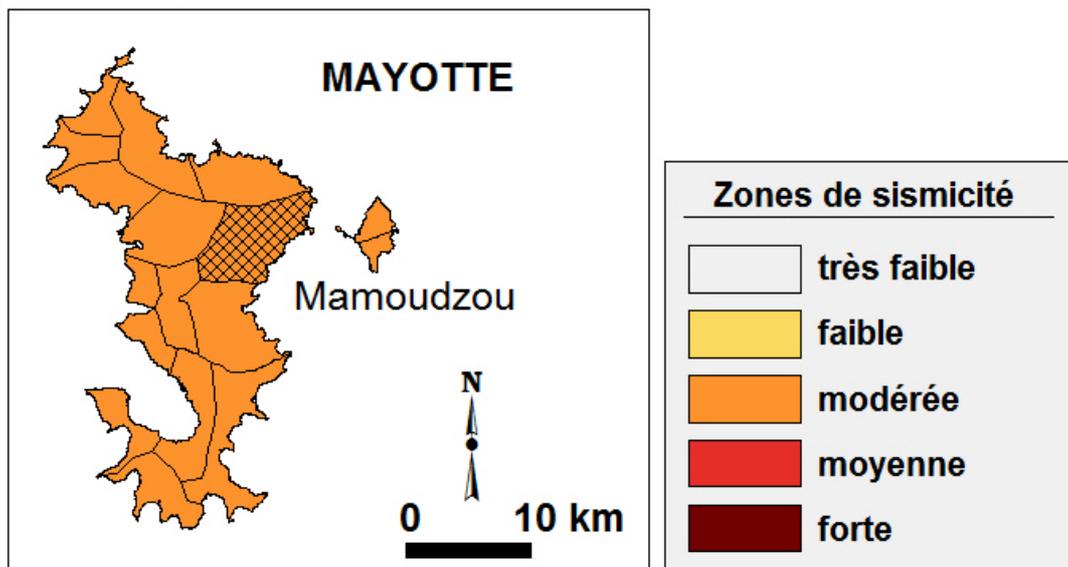
#### Annexe 4 – Zonage sismique réglementaire

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de **sismicité** croissante ([articles R.563-1 à R.563-8 du code de l'environnement](#), modifiés par le décret [no 2010-1254 du 22 octobre 2010](#), et [article D.563-8-1 du code de l'environnement](#), créé par le [décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010](#)) :

- une zone de **sismicité** 1 (très faible) où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les ouvrages « à risque normal »,
- quatre zones de **sismicité** 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux bâtiments et ponts « à risque normal ».

Mayotte est classé en zone de sismicité 3 « modérée »

### Zonage sismique de Mayotte



## Annexe 5 – Glossaire et références

**BCSF** : Bureau central sismologique français

**CNRS** : Centre national de la recherche scientifique

**CSEM** : Centre sismologique euro-méditerranéen

**EOST** : Ecole et observatoires des sciences de la terre (UNISTRA – CNRS-INSU)

**OPGC** : Observatoire de physique du globe de Clermont-ferrand

**INSU** : Institut national des sciences de l'univers (CNRS)

**IPGP** : Institut de physique du globe de Paris

**SIDPC** : Service interministériel de défense et de protection civile

**UNISTRA** : Université de Strasbourg

### Références :

Grünthal, G. et al., Echelle macrosismique européenne, Cahier du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Luxembourg, 2001.

[http://www.franceseisme.fr/EMS98\\_French.pdf](http://www.franceseisme.fr/EMS98_French.pdf)

### Liens pages dédiées:

Note de l'EOST : <https://eost.unistra.fr/actualites/actualite/article/eclaircissement-sur-la-sequence-sismique-de-mayotte-mai-juin-2018/>

Les points d'information sur le site du BRGM : <http://www.brgm.fr/actualite/essaim-seismes-mayotte>

La page du CSEM : <https://www.emsc-csem.org/Earthquake/261/Earthquake-sequence-in-Mayotte-May-2018>

Les informations scientifiques de l'IPGP : <http://www.ipgp.fr/fr/essaim-sismique-a-lest-de-mayotte-mai-juin-2018>

Données de population INSEE : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3286558>

### Sites Internet :

BCSF : [www.franceseisme.fr](http://www.franceseisme.fr)

RENASS : <http://renass.unistra.fr>

SISFRANCE : [www.sisfrance.net](http://www.sisfrance.net)

BRGM : [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)



Bureau central sismologique français  
Réseau national de surveillance sismique  
5 rue René Descartes – 67084 STRASBOURG Cedex  
[www.franceseisme.fr](http://www.franceseisme.fr)