

Document public



# Mise à jour de l'aléa mouvements de terrain pour les atlas des aléas naturels, sur 8 communes de Mayotte

*Communes de Chiconi, Chirongui et  
Ouangani*

Rapport BRGM/RP-55589-FR

Juillet 2007





# Mise à jour de l'aléa mouvements de terrain pour les atlas des aléas naturels, sur 8 communes de Mayotte

## *Communes de Chiconi, Chirongui et Ouangani*

Rapport BRGM/RP-55589-FR

Juillet 2007

J.-C. Audru et M. Imbault

<u>Vérificateur</u>	<u>Approbateur</u>
Nom :	Nom :
Date :	Date :
Signature :	Signature :
(Ou Original signé par)	(Ou Original signé par)

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Mots clés : atlas, aléas naturels, mouvements de terrain, Mayotte, Comores

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

J.-C. Audru et M. Imbault (2007) : Mise à jour de l'aléa mouvements de terrain pour les atlas des aléas naturels, sur 8 communes de Mayotte. Rapport BRGM/RP-55589-FR, 10 p., 9 figures.

© BRGM, 2007, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

# La mise à jour de l'aléa MVT

## CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

De 2001 à 2006, le BRGM a réalisé les atlas des aléas naturels à Mayotte. Pour les mouvements de terrain, ces atlas avaient été cartographiés à 1/10 000 dans les zones urbaines (suivant leur extension en 2002), alors que les zones rurales de l'époque avaient été cartographiées à 1/25 000.

Depuis cinq ans, les zones urbaines se sont considérablement étendues. Par ailleurs, la qualité des fonds de plan s'est améliorée avec la réalisation depuis 2002 du cadastre numérique de Mayotte et avec la mise sur le marché en 2006, du Scan25 et de la BD-ortho révisée de l'IGN.

L'objectif de cette étude demandée par la Direction de l'Équipement de Mayotte au BRGM, est de mettre à jour la cartographie de l'aléa mouvement de terrain (MVT) dans les zones urbaines actuelles et futures (zones U, Na, Er) de 8 communes de Mayotte, à partir des nouveaux fonds de plan.

## EMPRISE DE LA ZONE MISE À JOUR

La zone d'étude correspond aux zones urbanisées et urbanisables (zones U, Na, Er) des communes de Bandraboua, Mtsamboro, Acoua, Mtsangamouji, Chiconi, Tsingoni, Ouangani et Chirongui.

## MÉTHODOLOGIE

Le zonage de l'aléa MVT a été réalisé sur le terrain en mai et juin 2007, suivant les protocoles définis dans les atlas des aléas, dans les zones U, Na, Er des 8 communes précitées. Le raccordement du zonage urbain a été effectué avec l'ancien zonage en zone rurale. Le périmètre des zones U, Na, Er des communes de Mayotte a été fourni par la DE au BRGM en mars 2007. Le zonage a ensuite été numérisé en tables MapInfo pour aboutir aux cartes à 1/10000 ci-livrées. Pour assurer l'homogénéité des séries de cartes, le zonage de l'aléa MVT a été représenté conformément aux atlas d'aléas existant.

La méthodologie suivie pour l'évaluation et la qualification de l'aléa mouvement de terrain est rappelée ci-dessous.

Conformément aux recommandations du guide méthodologique du MATE (1999) actuel MEDAD, la démarche utilisée pour évaluer l'aléa mouvement de terrain a consisté en une approche naturaliste du type expertise excluant le recours à des études supplémentaires. Dans l'appréciation du niveau d'aléa, les critères (cf tableau ci-contre) sont donc à prendre plutôt comme des exemples que comme des définitions strictes de chaque niveau d'aléa. Les phénomènes ont été localisés et leur niveau d'aléa a été évalué à partir des observations de terrain (volume, géométrie, propagation, préjudice humain, dommages matériels etc.).

Trois niveaux d'aléa ont ainsi été déterminés :

**1 = nul à faible** : cela qualifie les zones dans lesquelles ne peuvent se manifester que des événements peu fréquents, de faible intensité et gravité ;

**2 = moyen** : ce niveau d'aléa moyen concerne essentiellement les secteurs où les phénomènes significatifs potentiels restent rares ou ne peuvent se produire qu'à échéance éloignée. Les instabilités mobilisant de faibles volumes peuvent y être plus fréquentes. Ces zones d'aléa comprennent également l'extrémité des périmètres de propagation de chutes de blocs et de glissements de terrain (entre la zone d'aléa fort et la zone d'aléa faible) où les phénomènes à risques ont significativement perdu de leur intensité ;

**3 = fort** : le niveau d'aléa fort caractérise les secteurs où les chutes de blocs et les glissements de terrain significatifs peuvent se manifester à court ou moyen terme ainsi que ceux où ces événements ont déjà été observés et peuvent s'y reproduire ; des bandes de sécurité sont introduites aux limites de ces zones. On notera que pour les atlas le niveau "majeur" n'a pas été distingué du niveau "fort" dans la mesure où les phénomènes associés à ces deux niveaux se révèlent déjà très préjudiciables pour les constructions et les personnes et constituent indifféremment une menace sérieuse.

NIVEAU D'ALÉA	CRITÈRES INDICATIFS	LOCALISATION (exemples)
<b>Supposé nul à faible</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas d'indice de mouvement de terrain</li> <li>- Zone à blocs isolés</li> <li>- Mouvements potentiels suite à des aménagements</li> <li>- Secteurs plats ou de pente inférieure à 8°</li> </ul>	Plaines littorales Fonds de dépressions volcaniques Planèzes et plateaux
<b>Moyen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indices anciens peu ou pas estompés</li> <li>- Indices de mouvements actifs de faible volume</li> <li>- Dégâts de faible ampleur ou rares sur le bâti ou sur les axes de communication</li> <li>- Zones exposées à des chutes de blocs/pierres isolées peu fréquentes</li> <li>- Topographie faiblement déformée par les ondulations de fluage</li> <li>- Conditions hydrogéologiques défavorables</li> <li>- Zones aval des zones d'aléa fort</li> <li>- Secteurs de pente comprise entre 8° et 20°</li> </ul>	Versants en pente faible  Flancs externes des appareils volcaniques Collines correspondant à des coulées
<b>Fort</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indices d'activité sur toutes les pentes, perturbations de la topographie (niches d'arrachement, bourrelets, fissures, rétention d'eau dans les contre-pentes etc.)</li> <li>- Dégâts sur le bâti ou sur les axes de communication</li> <li>- Zones exposées à des éboulements en masse et à des chutes fréquentes de blocs (éboulis, falaises fracturées etc.)</li> <li>- Zones exposées à des glissements en masse</li> <li>- Bandes de sécurité amont et aval</li> <li>- Secteurs de pente supérieure à 20°</li> </ul>	Versants en pente forte  Flancs internes des appareils volcaniques, pitons.

En matière de représentation, chaque zone d'exposition homogène est désignée par le *niveau* de l'aléa (nul à faible, moyen, fort) et son *type* dominant sur un secteur (glissement ou chute de bloc) matérialisé par une lettre désignant le phénomène à risques dominant et un chiffre précisant le niveau d'aléa (cf. § précédent). Lorsqu'il y a superposition de plusieurs phénomènes (cas le plus fréquent), le zonage ne retient comme représentation cartographique que le phénomène dominant (niveau d'aléa le plus fort).

- **P3** (violet sombre et trame transparente) : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements (type G2 maximum) ;
- **G3** : (marron sombre et trame transparente) : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs (type P2 maximum) ;
- **P2** (violet clair et trame transparente) : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements ;
- **G2** (marron clair et trame transparente) : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs ;
- **Sans indication** : aléa faible à nul.

Les tables MapInfo livrées avec ce rapport présentent le zonage en précisant les codes ci-dessus ainsi que le type d'aléa (ex. chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements) et l'intensité de l'aléa (moyen ou fort).

Dans le cadre de cette étude, il n'a pas été effectué de sondage de reconnaissance, ni d'essai géotechnique, ni de calcul de stabilité pour les zones propices à des glissements ou de trajectographie pour la détermination des zones d'épandages des chutes de blocs.

Les fonds de plan utilisés pour le terrain étaient le fond cadastral du SIG inter services publics de Mayotte (fourni par la DE au BRGM en avril 2007) et le Scan25 de l'IGN de 2006 agrandi à l'échelle du 1/10 000 (licence BRGM). Il faut noter qu'il existe des différences de localisation des bâtiments et des voiries entre le fond IGN et le fond cadastral ; cette différence est de l'ordre de 5 à 15 m. Une vérification des zonages a également été effectuée à partir de l'étude des photos aériennes BD Ortho (IGN 2005).

## Références des atlas

Audru J.C., Bitri A., Desprats J.-F., Mathon C., Maurillon N., Nédellec J.-L., Jossot O., Rançon J.-P., Sabourault P., Sedan O., Terrier-Sedan M. et Zornette N., avec la collaboration de Stollsteiner P. (Antéa), de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2004 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Mamoudzou, Koungou, Dzaoudzi et Pamandzi. Rapport BRGM RP-53037-FR.

Audru J.C., Desprats J.-F., Euchet G., Jossot O., Mathon C., Nédellec J.-L., Rançon J.-P., Sedan O. et Zornette N., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2004 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Chiconi, Ouangani, Sada et Chirongui. Rapport BRGM RP-52662-FR.

Audru J.C., Auber B., Desprats J.-F., Frissant N., Jossot O., Mathon C., Moiriat D., Nédellec J.-L., Sedan O. et Zornette N., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2004 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Bandraboua et Tsingoni. Rapport BRGM RP-53116-FR.

Audru J.C., Auber B., Desprats J.-F., Euchet G., Jossot O., Mathon C., Moiriat D., Nédellec J.-L., Sedan O. et Zornette N., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2005 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Mtsamboro, Acoua et Mtsangamouji. Rapport BRGM RP-53194-FR.

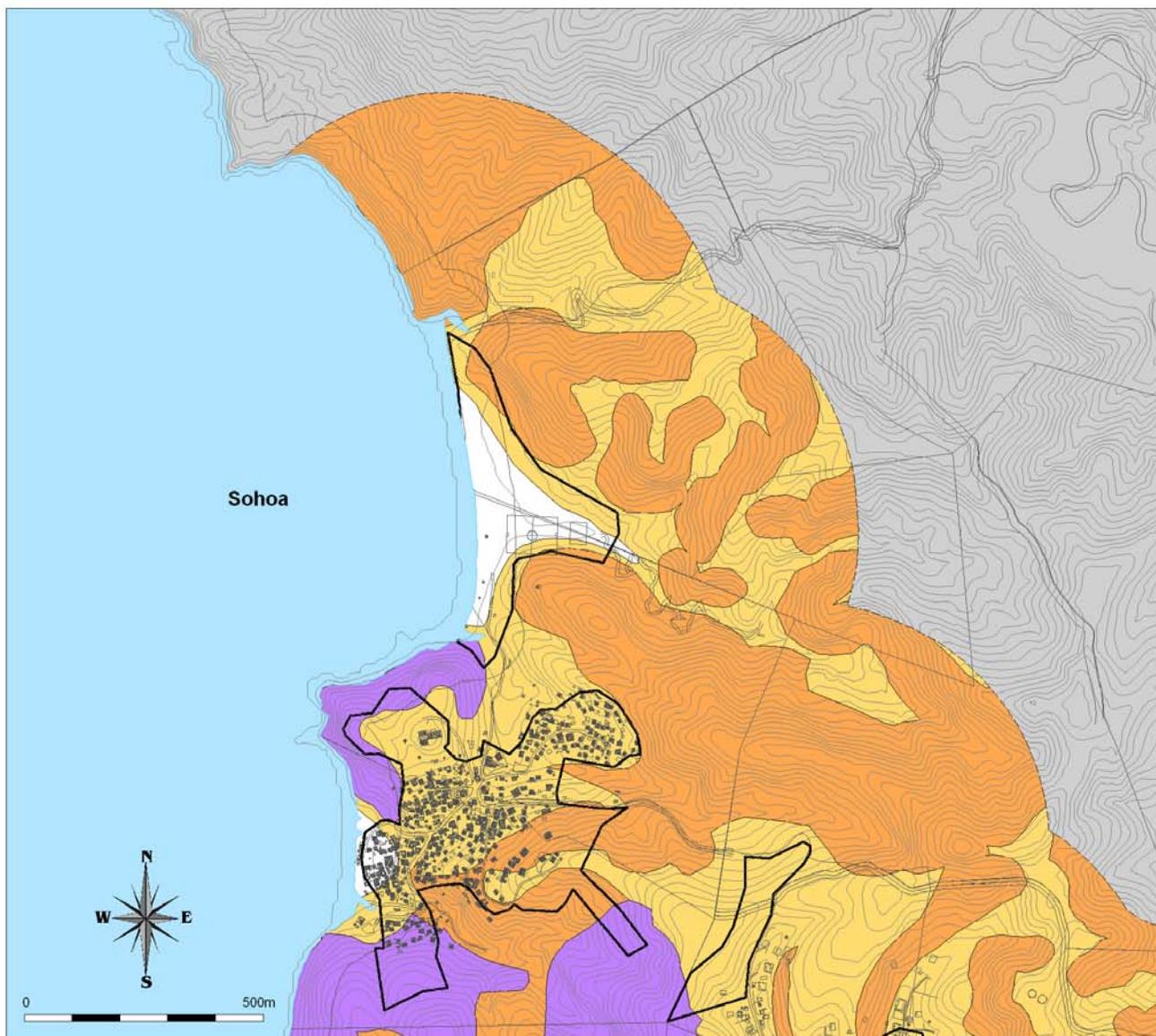
Audru J.C., Euchet G., Desprats J.-F., Jossot O., Mathon C., Nédellec J.-L., Sedan O. et Zornette N., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2004 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Bandrélé et Dembéni. Rapport BRGM RP-53678-FR.

Euchet G., Audru J.C., Bouleau E., Desprats J.-F., Djaco E., Jossot O., Nédellec J.-L. et Vigneau A., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2006 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Bouéni et Kani Kéli. Rapport BRGM RP-55077-FR.

Carte 1- 6 bis  
**Mise à jour**  
**Niveau et type d'aléa**  
**mouvements de terrain**

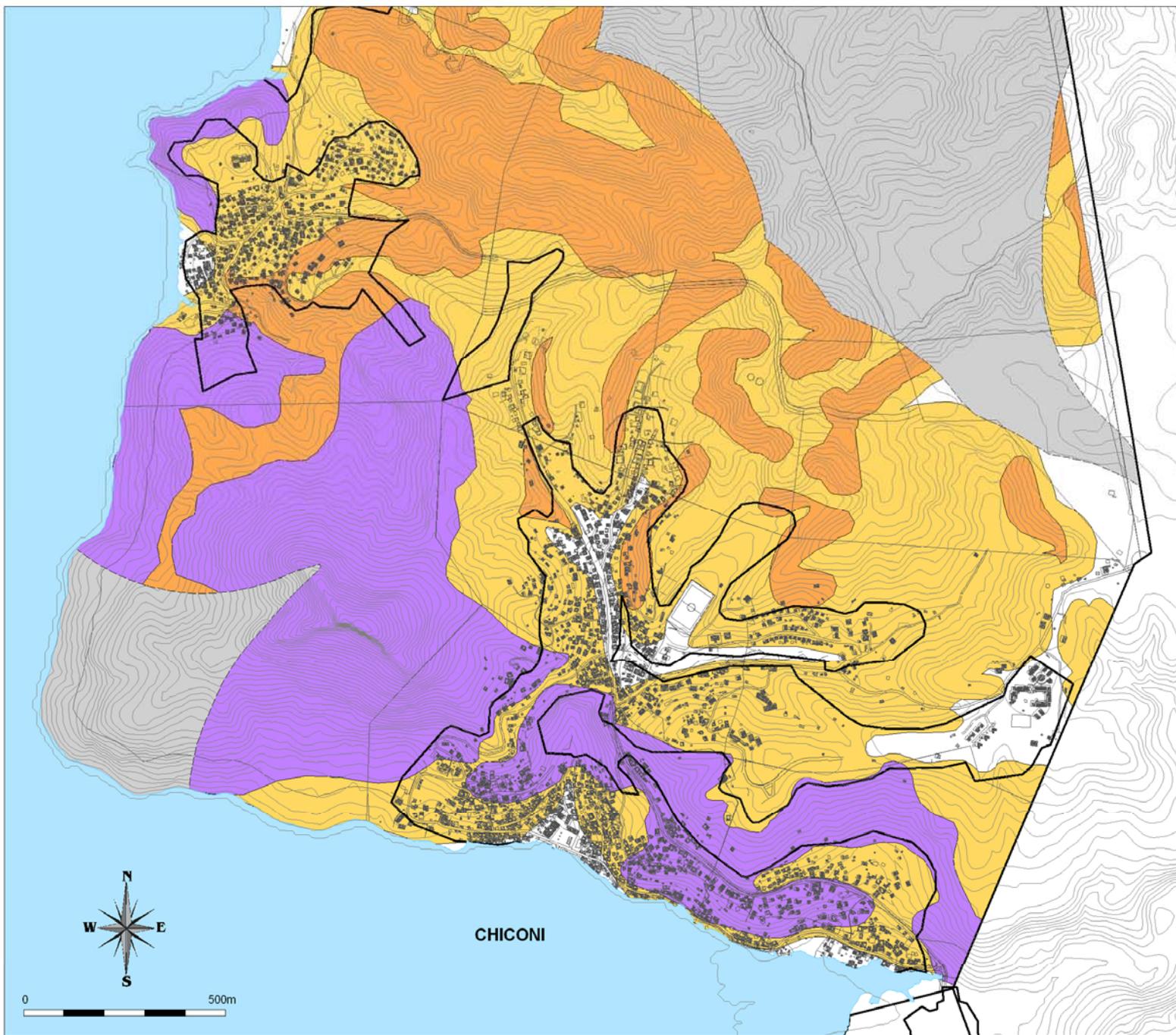
Cartographie établie à 1/10 000

Commune de CHICONI



- G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- aléa faible à nul
- zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
- zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007





### Carte 1- 6 bis Mise à jour Niveau et type d'aléa mouvements de terrain

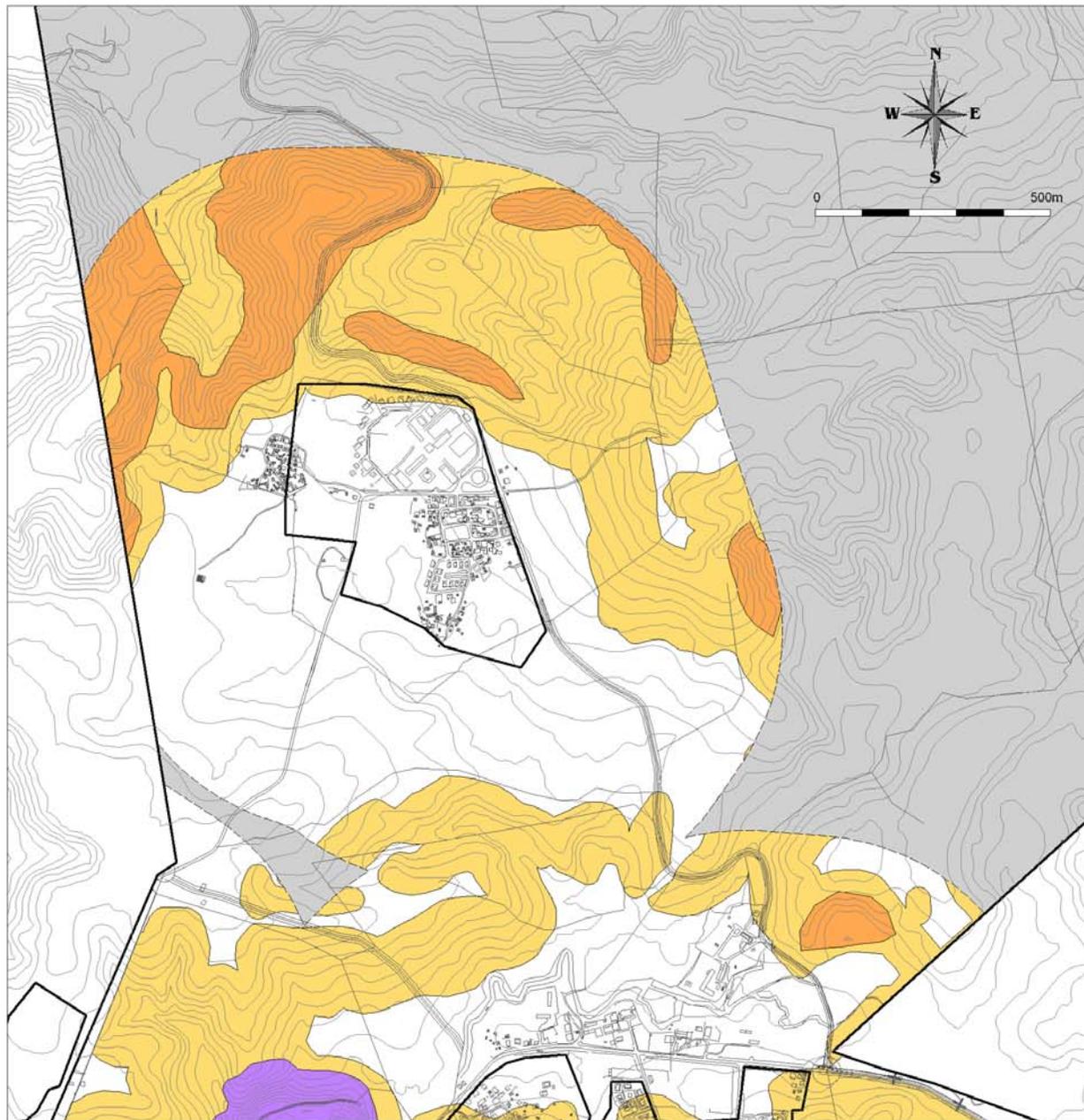
Cartographie établie à 1/10 000

#### Commune de CHICONI



-  G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  aléa faible à nul
-  zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
-  zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007

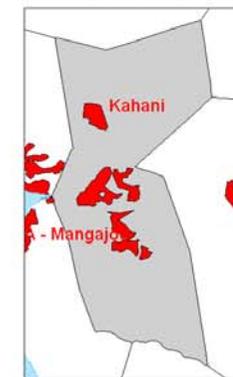




### Carte 1- 7 bis Mise à jour Niveau et type d'aléa mouvements de terrain

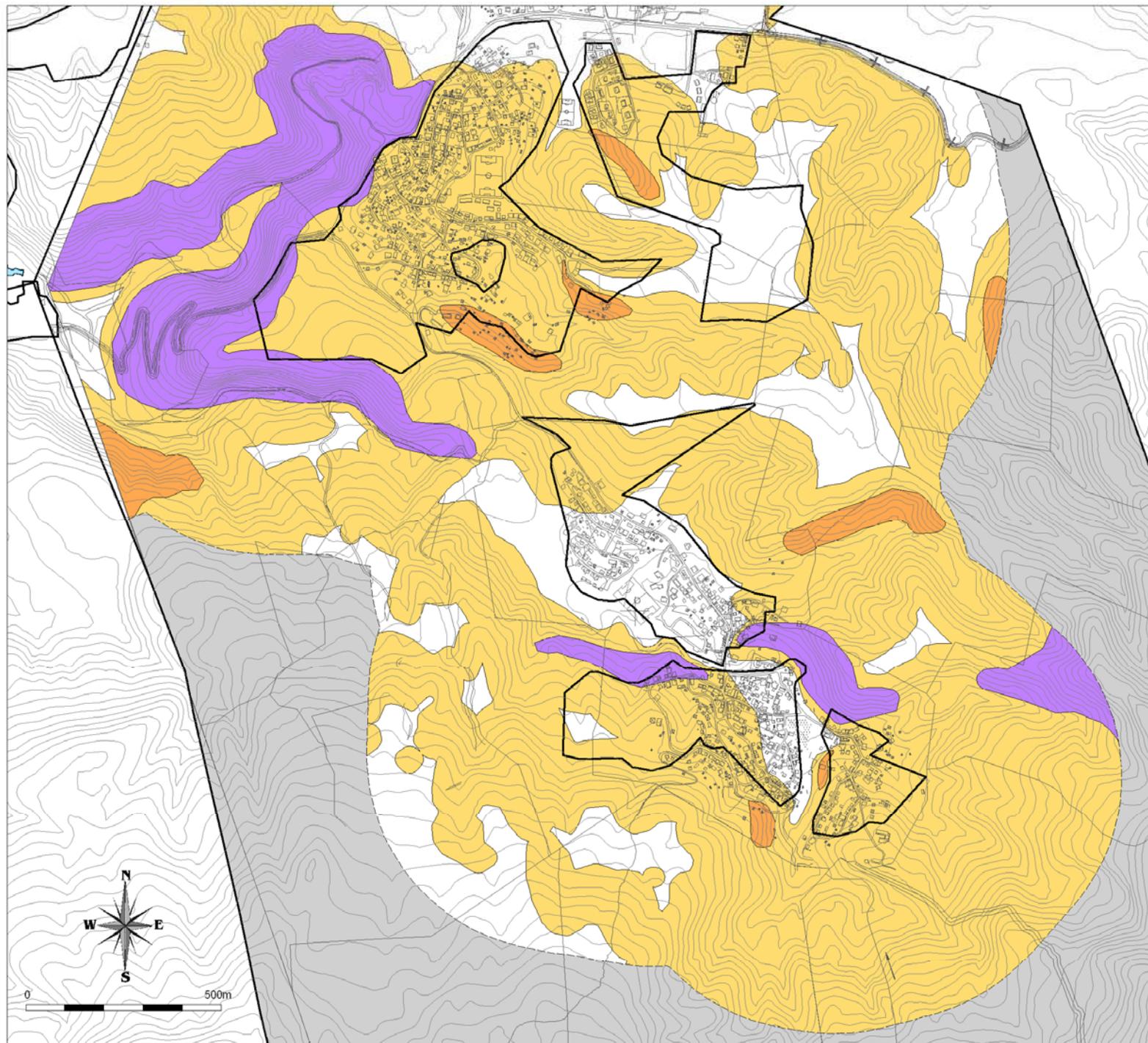
Cartographie établie à 1/10 000

Commune de OUANGANI



-  G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  aléa faible à nul
-  zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
-  zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007





Carte 1- 7 bis  
Mise à jour

Niveau et type d'aléa  
mouvements de terrain

Cartographie établie à 1/10 000

Commune de OUANGANI



-  G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  aléa faible à nul
-  zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
-  zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007

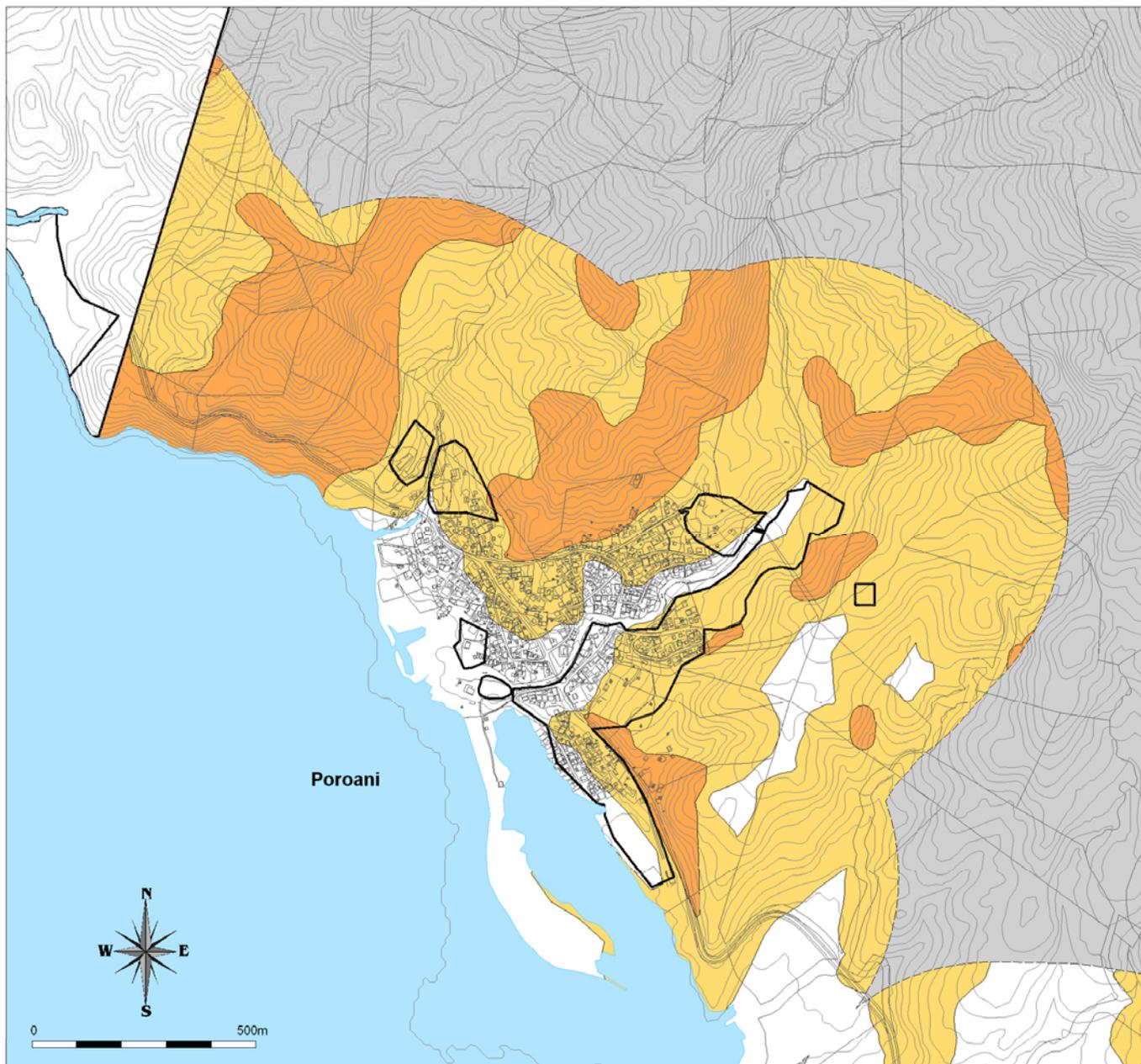


Carte 1- 9 bis  
Mise à jour

Niveau et type d'aléa  
mouvements de terrain

Cartographie établie à 1/10 000

Commune de CHIRONGUI



- G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- aléa faible à nul
- zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
- zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007

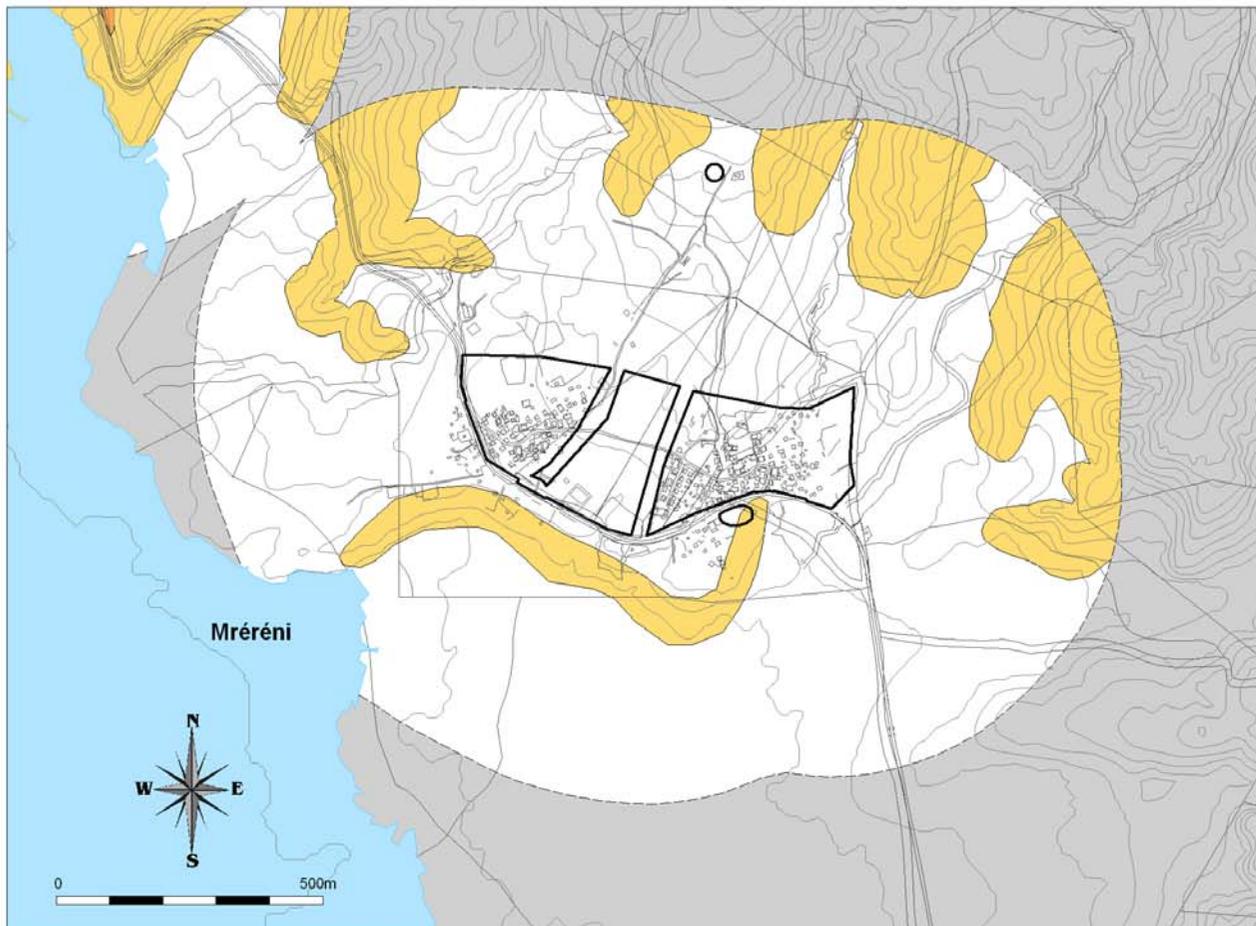


Carte 1- 9 bis  
Mise à jour

Niveau et type d'aléa  
mouvements de terrain

Cartographie établie à 1/10 000

Commune de CHIRONGUI



- G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- aléa faible à nul
- zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
- zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007

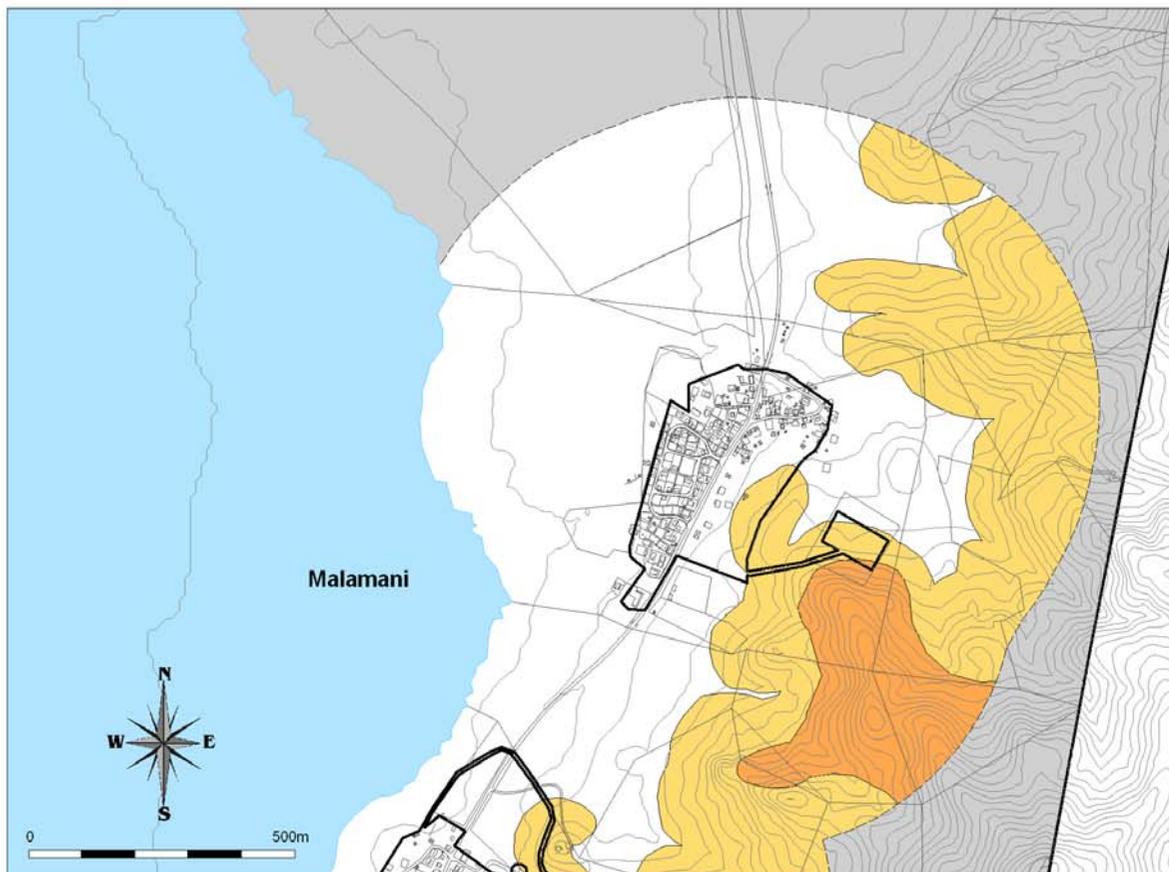


Carte 1- 9 bis  
Mise à jour

Niveau et type d'aléa  
mouvements de terrain

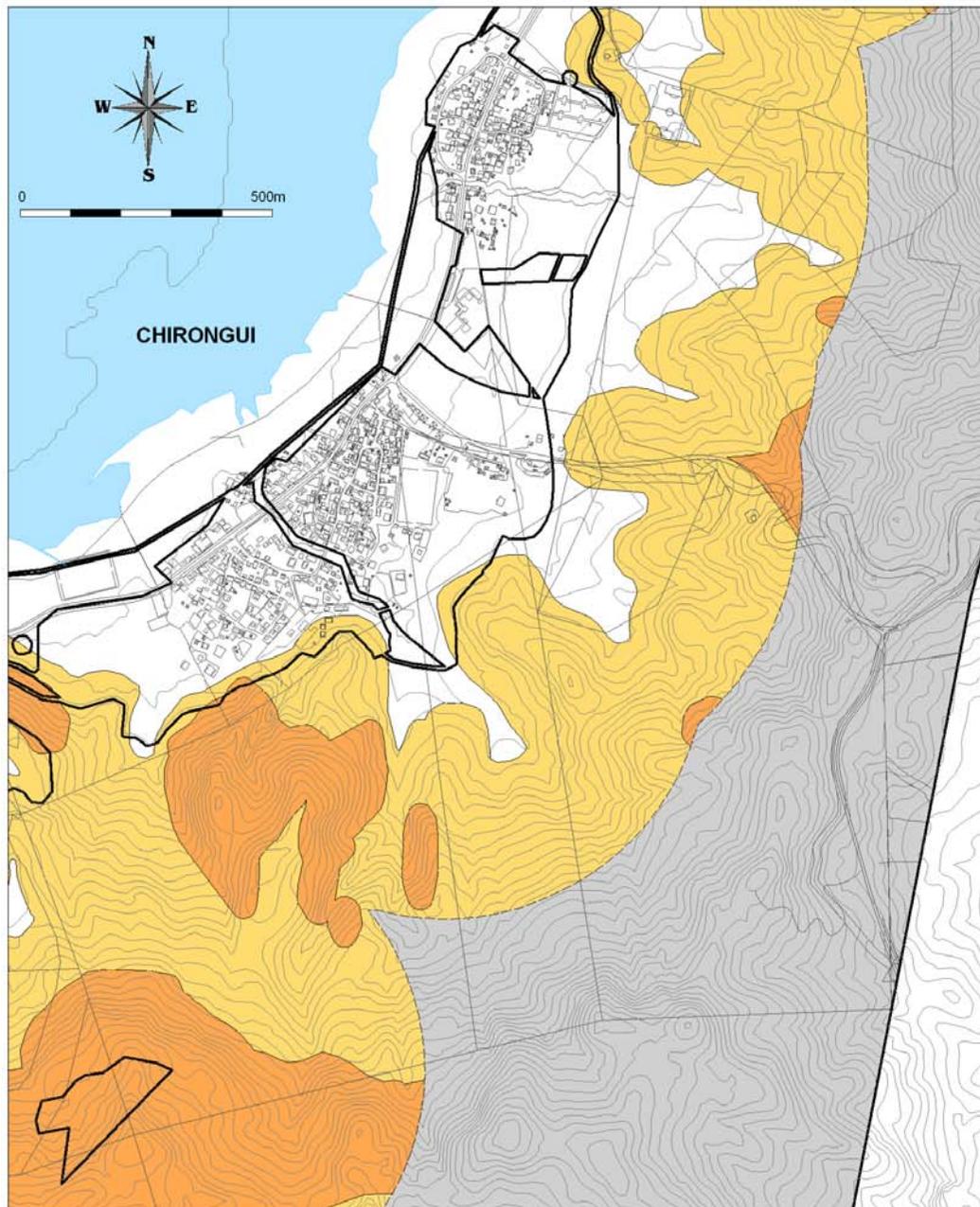
Cartographie établie à 1/10 000

Commune de CHIRONGUI



- G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- aléa faible à nul
- zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
- zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007





Carte 1- 9 bis  
Mise à jour

### Niveau et type d'aléa mouvements de terrain

Cartographie établie à 1/10 000

#### Commune de CHIRONGUI



- G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- aléa faible à nul
- zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
- zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007

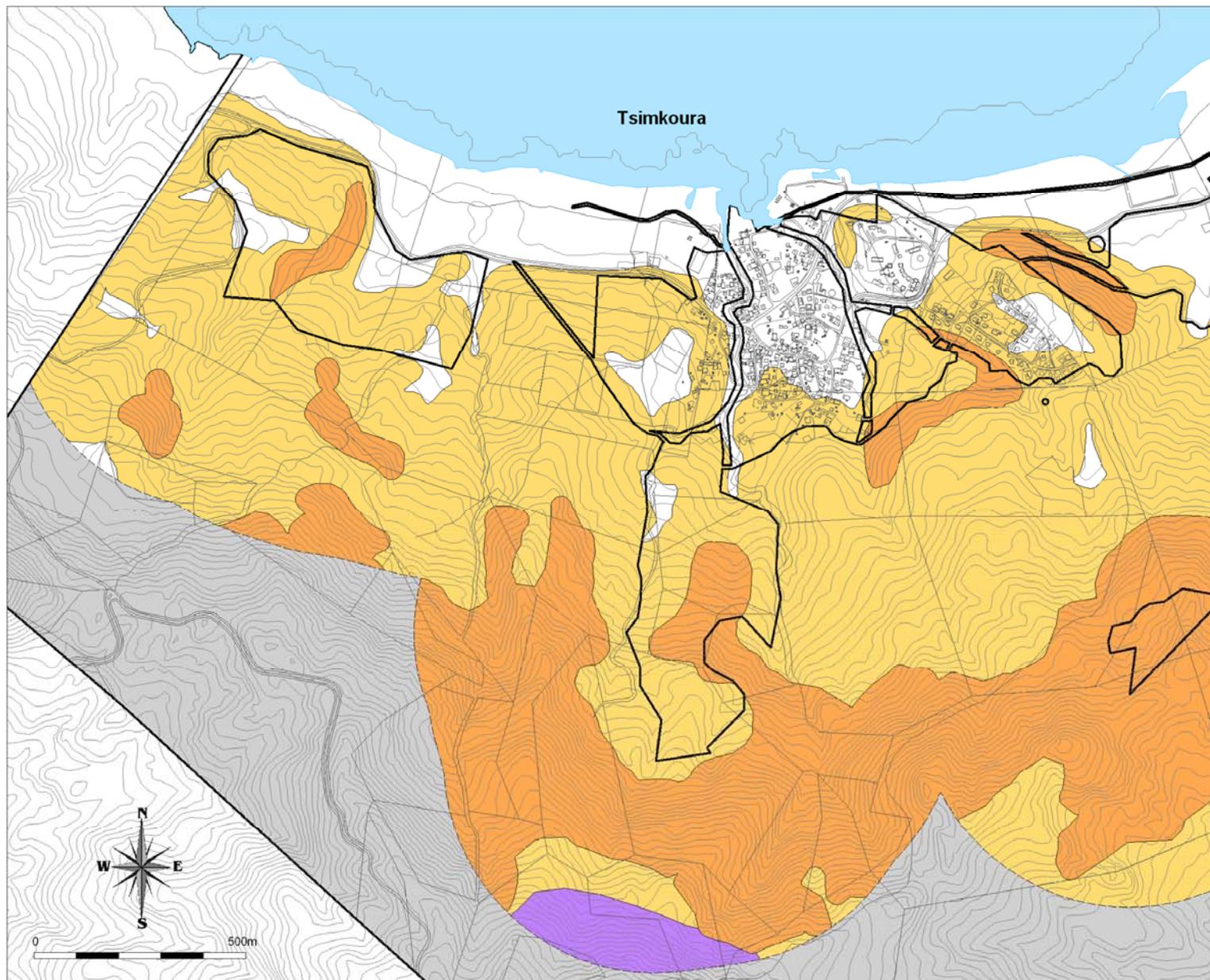


Carte 1- 9 bis  
Mise à jour

Niveau et type d'aléa  
mouvements de terrain

Cartographie établie à 1/10 000

Commune de CHIRONGUI



- G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- aléa faible à nul
- zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
- zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007



BRGM

Antenne de Mayotte

BP 1398 – 97600 Mamoudzou – Tél : 33 (0)2 69 61 28 13 - Fax. : 33 (0)2 69 61 28 15

Document public



# Mise à jour de l'aléa mouvements de terrain pour les atlas des aléas naturels, sur 8 communes de Mayotte

*Communes de Bandraboua et Tsingoni*

Rapport BRGM/RP-55589-FR

Juillet 2007



Document public



# Mise à jour de l'aléa mouvements de terrain pour les atlas des aléas naturels, sur 8 communes de Mayotte

## *Communes de Bandraboua et Tsingoni*

Rapport BRGM/RP-55589-FR

Juillet 2007

J.-C. Audru et M. Imbault

<u>Vérificateur</u>	<u>Approbateur</u>
Nom :	Nom :
Date :	Date :
Signature :	Signature :
(Ou Original signé par)	(Ou Original signé par)

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Mots clés : atlas, aléas naturels, mouvements de terrain, Mayotte, Comores

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

J.-C. Audru et M. Imbault (2007) : Mise à jour de l'aléa mouvements de terrain pour les atlas des aléas naturels, sur 8 communes de Mayotte. Rapport BRGM/RP-55589-FR, 7 p., 6 figures.

© BRGM, 2007, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

# La mise à jour de l'aléa MVT

## CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

De 2001 à 2006, le BRGM a réalisé les atlas des aléas naturels à Mayotte. Pour les mouvements de terrain, ces atlas avaient été cartographiés à 1/10 000 dans les zones urbaines (suivant leur extension en 2002), alors que les zones rurales de l'époque avaient été cartographiées à 1/25 000.

Depuis cinq ans, les zones urbaines se sont considérablement étendues. Par ailleurs, la qualité des fonds de plan s'est améliorée avec la réalisation depuis 2002 du cadastre numérique de Mayotte et avec la mise sur le marché en 2006, du Scan25 et de la BD-ortho révisée de l'IGN.

L'objectif de cette étude demandée par la Direction de l'Équipement de Mayotte au BRGM, est de mettre à jour la cartographie de l'aléa mouvement de terrain (MVT) dans les zones urbaines actuelles et futures (zones U, Na, Er) de 8 communes de Mayotte, à partir des nouveaux fonds de plan.

## EMPRISE DE LA ZONE MISE À JOUR

La zone d'étude correspond aux zones urbanisées et urbanisables (zones U, Na, Er) des communes de Bandraboua, Mtsamboro, Acoua, Mtsangamouji, Chiconi, Tsingoni, Ouangani et Chirongui.

## MÉTHODOLOGIE

Le zonage de l'aléa MVT a été réalisé sur le terrain en mai et juin 2007, suivant les protocoles définis dans les atlas des aléas, dans les zones U, Na, Er des 8 communes précitées. Le raccordement du zonage urbain a été effectué avec l'ancien zonage en zone rurale. Le périmètre des zones U, Na, Er des communes de Mayotte a été fourni par la DE au BRGM en mars 2007. Le zonage a ensuite été numérisé en tables MapInfo pour aboutir aux cartes à 1/10000 ci-livrées. Pour assurer l'homogénéité des séries de cartes, le zonage de l'aléa MVT a été représenté conformément aux atlas d'aléas existant.

La méthodologie suivie pour l'évaluation et la qualification de l'aléa mouvement de terrain est rappelée ci-dessous.

Conformément aux recommandations du guide méthodologique du MATE (1999) actuel MEDAD, la démarche utilisée pour évaluer l'aléa mouvement de terrain a consisté en une approche naturaliste du type expertise excluant le recours à des études supplémentaires. Dans l'appréciation du niveau d'aléa, les critères (cf tableau ci-contre) sont donc à prendre plutôt comme des exemples que comme des définitions strictes de chaque niveau d'aléa. Les phénomènes ont été localisés et leur niveau d'aléa a été évalué à partir des observations de terrain (volume, géométrie, propagation, préjudice humain, dommages matériels etc.).

Trois niveaux d'aléa ont ainsi été déterminés :

**1 = nul à faible** : cela qualifie les zones dans lesquelles ne peuvent se manifester que des événements peu fréquents, de faible intensité et gravité ;

**2 = moyen** : ce niveau d'aléa moyen concerne essentiellement les secteurs où les phénomènes significatifs potentiels restent rares ou ne peuvent se produire qu'à échéance éloignée. Les instabilités mobilisant de faibles volumes peuvent y être plus fréquentes. Ces zones d'aléa comprennent également l'extrémité des périmètres de propagation de chutes de blocs et de glissements de terrain (entre la zone d'aléa fort et la zone d'aléa faible) où les phénomènes à risques ont significativement perdu de leur intensité ;

**3 = fort** : le niveau d'aléa fort caractérise les secteurs où les chutes de blocs et les glissements de terrain significatifs peuvent se manifester à court ou moyen terme ainsi que ceux où ces événements ont déjà été observés et peuvent s'y reproduire ; des bandes de sécurité sont introduites aux limites de ces zones. On notera que pour les atlas le niveau "majeur" n'a pas été distingué du niveau "fort" dans la mesure où les phénomènes associés à ces deux niveaux se révèlent déjà très préjudiciables pour les constructions et les personnes et constituent indifféremment une menace sérieuse.

NIVEAU D'ALÉA	CRITÈRES INDICATIFS	LOCALISATION (exemples)
<b>Supposé nul à faible</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas d'indice de mouvement de terrain</li> <li>- Zone à blocs isolés</li> <li>- Mouvements potentiels suite à des aménagements</li> <li>- Secteurs plats ou de pente inférieure à 8°</li> </ul>	Plaines littorales Fonds de dépressions volcaniques Planèzes et plateaux
<b>Moyen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indices anciens peu ou pas estompés</li> <li>- Indices de mouvements actifs de faible volume</li> <li>- Dégâts de faible ampleur ou rares sur le bâti ou sur les axes de communication</li> <li>- Zones exposées à des chutes de blocs/pierres isolées peu fréquentes</li> <li>- Topographie faiblement déformée par les ondulations de fluage</li> <li>- Conditions hydrogéologiques défavorables</li> <li>- Zones aval des zones d'aléa fort</li> <li>- Secteurs de pente comprise entre 8° et 20°</li> </ul>	Versants en pente faible  Flancs externes des appareils volcaniques Collines correspondant à des coulées
<b>Fort</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indices d'activité sur toutes les pentes, perturbations de la topographie (niches d'arrachement, bourrelets, fissures, rétention d'eau dans les contre-pentes etc.)</li> <li>- Dégâts sur le bâti ou sur les axes de communication</li> <li>- Zones exposées à des éboulements en masse et à des chutes fréquentes de blocs (éboulis, falaises fracturées etc.)</li> <li>- Zones exposées à des glissements en masse</li> <li>- Bandes de sécurité amont et aval</li> <li>- Secteurs de pente supérieure à 20°</li> </ul>	Versants en pente forte  Flancs internes des appareils volcaniques, pitons.

En matière de représentation, chaque zone d'exposition homogène est désignée par le *niveau* de l'aléa (nul à faible, moyen, fort) et son *type* dominant sur un secteur (glissement ou chute de bloc) matérialisé par une lettre désignant le phénomène à risques dominant et un chiffre précisant le niveau d'aléa (cf. § précédent). Lorsqu'il y a superposition de plusieurs phénomènes (cas le plus fréquent), le zonage ne retient comme représentation cartographique que le phénomène dominant (niveau d'aléa le plus fort).

- **P3** (violet sombre et trame transparente) : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements (type G2 maximum) ;
- **G3** : (marron sombre et trame transparente) : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs (type P2 maximum) ;
- **P2** (violet clair et trame transparente) : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements ;
- **G2** (marron clair et trame transparente) : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs ;
- **Sans indication** : aléa faible à nul.

Les tables MapInfo livrées avec ce rapport présentent le zonage en précisant les codes ci-dessus ainsi que le type d'aléa (ex. chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements) et l'intensité de l'aléa (moyen ou fort).

Dans le cadre de cette étude, il n'a pas été effectué de sondage de reconnaissance, ni d'essai géotechnique, ni de calcul de stabilité pour les zones propices à des glissements ou de trajectographie pour la détermination des zones d'épandages des chutes de blocs.

Les fonds de plan utilisés pour le terrain étaient le fond cadastral du SIG inter services publics de Mayotte (fourni par la DE au BRGM en avril 2007) et le Scan25 de l'IGN de 2006 agrandi à l'échelle du 1/10 000 (licence BRGM). Il faut noter qu'il existe des différences de localisation des bâtiments et des voiries entre le fond IGN et le fond cadastral ; cette différence est de l'ordre de 5 à 15 m. Une vérification des zonages a également été effectuée à partir de l'étude des photos aériennes BD Ortho (IGN 2005).

## Références des atlas

Audru J.C., Bitri A., Desprats J.-F., Mathon C., Maurillon N., Nédellec J.-L., Jossot O., Rançon J.-P., Sabourault P., Sedan O., Terrier-Sedan M. et Zornette N., avec la collaboration de Stollsteiner P. (Antéa), de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2004 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Mamoudzou, Koungou, Dzaoudzi et Pamandzi. Rapport BRGM RP-53037-FR.

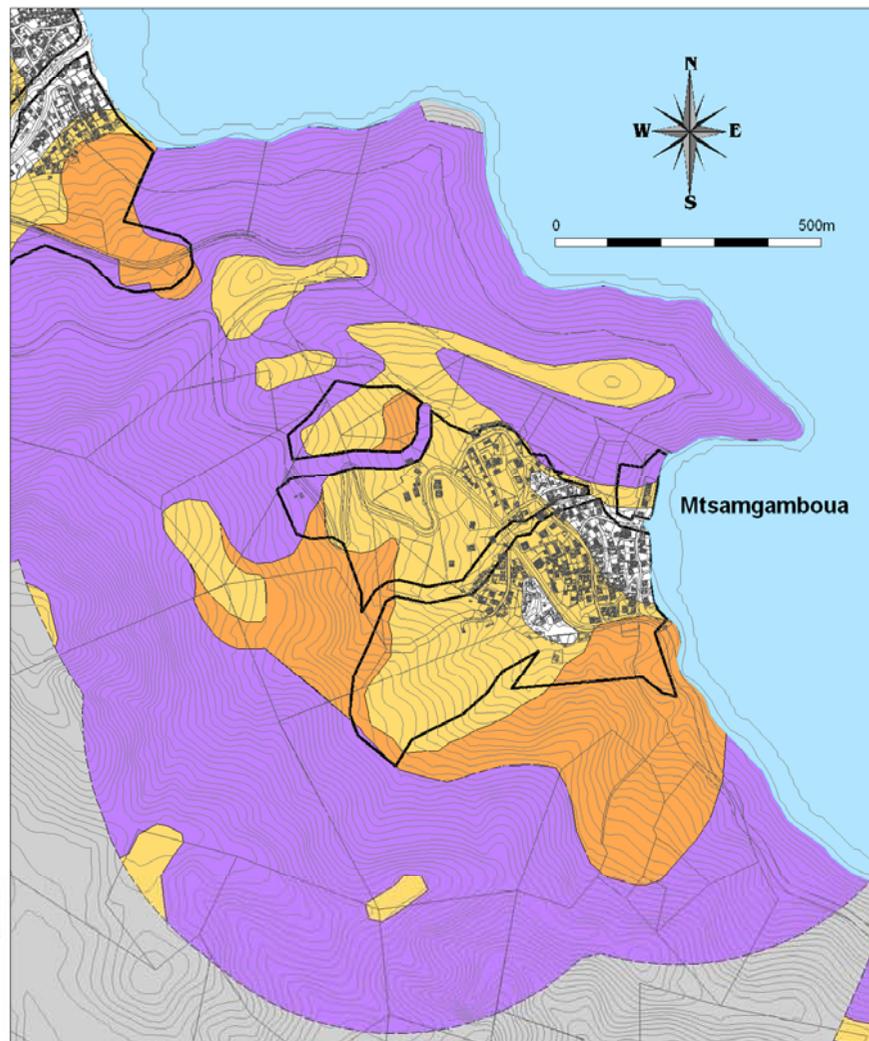
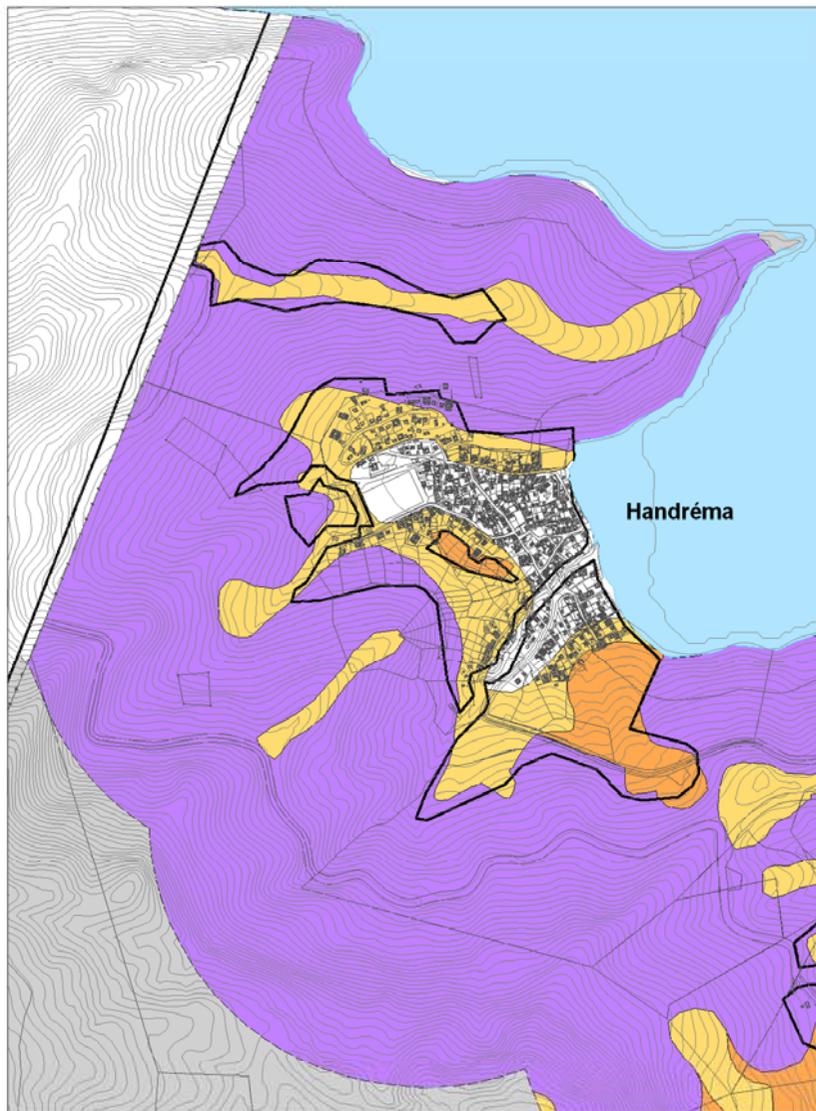
Audru J.C., Desprats J.-F., Euchet G., Jossot O., Mathon C., Nédellec J.-L., Rançon J.-P., Sedan O. et Zornette N., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2004 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Chiconi, Ouangani, Sada et Chirongui. Rapport BRGM RP-52662-FR.

Audru J.C., Auber B., Desprats J.-F., Frissant N., Jossot O., Mathon C., Moiriat D., Nédellec J.-L., Sedan O. et Zornette N., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2004 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Bandraboua et Tsingoni. Rapport BRGM RP-53116-FR.

Audru J.C., Auber B., Desprats J.-F., Euchet G., Jossot O., Mathon C., Moiriat D., Nédellec J.-L., Sedan O. et Zornette N., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2005 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Mtsamboro, Acoua et Mtsangamouji. Rapport BRGM RP-53194-FR.

Audru J.C., Euchet G., Desprats J.-F., Jossot O., Mathon C., Nédellec J.-L., Sedan O. et Zornette N., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2004 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Bandrélé et Dembéni. Rapport BRGM RP-53678-FR.

Euchet G., Audru J.C., Bouleau E., Desprats J.-F., Djaco E., Jossot O., Nédellec J.-L. et Vigneau A., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2006 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Bouéni et Kani Kéli. Rapport BRGM RP-55077-FR.



### Carte 1- 4 bis Mise à jour Niveau et type d'aléa mouvements de terrain

Cartographie établie à 1/10 000

#### Commune de BANDRABOUA



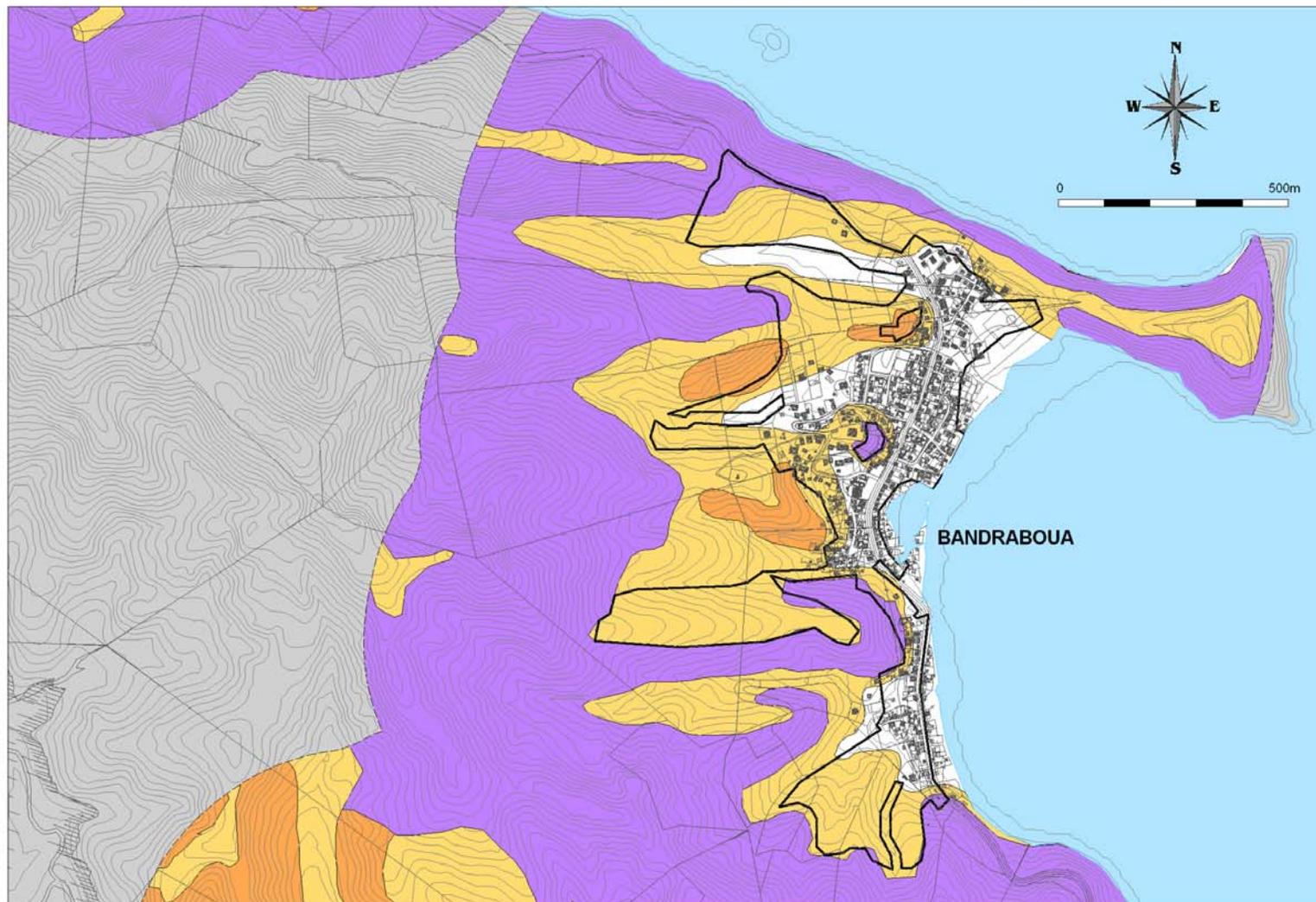
- G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- aléa faible à nul
- zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
- zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007



# Carte 1- 4 bis Mise à jour Niveau et type d'aléa mouvements de terrain

Cartographie établie à 1/10 000

## Commune de BANDRABOUA



-  G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  aléa faible à nul
-  zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
-  zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007

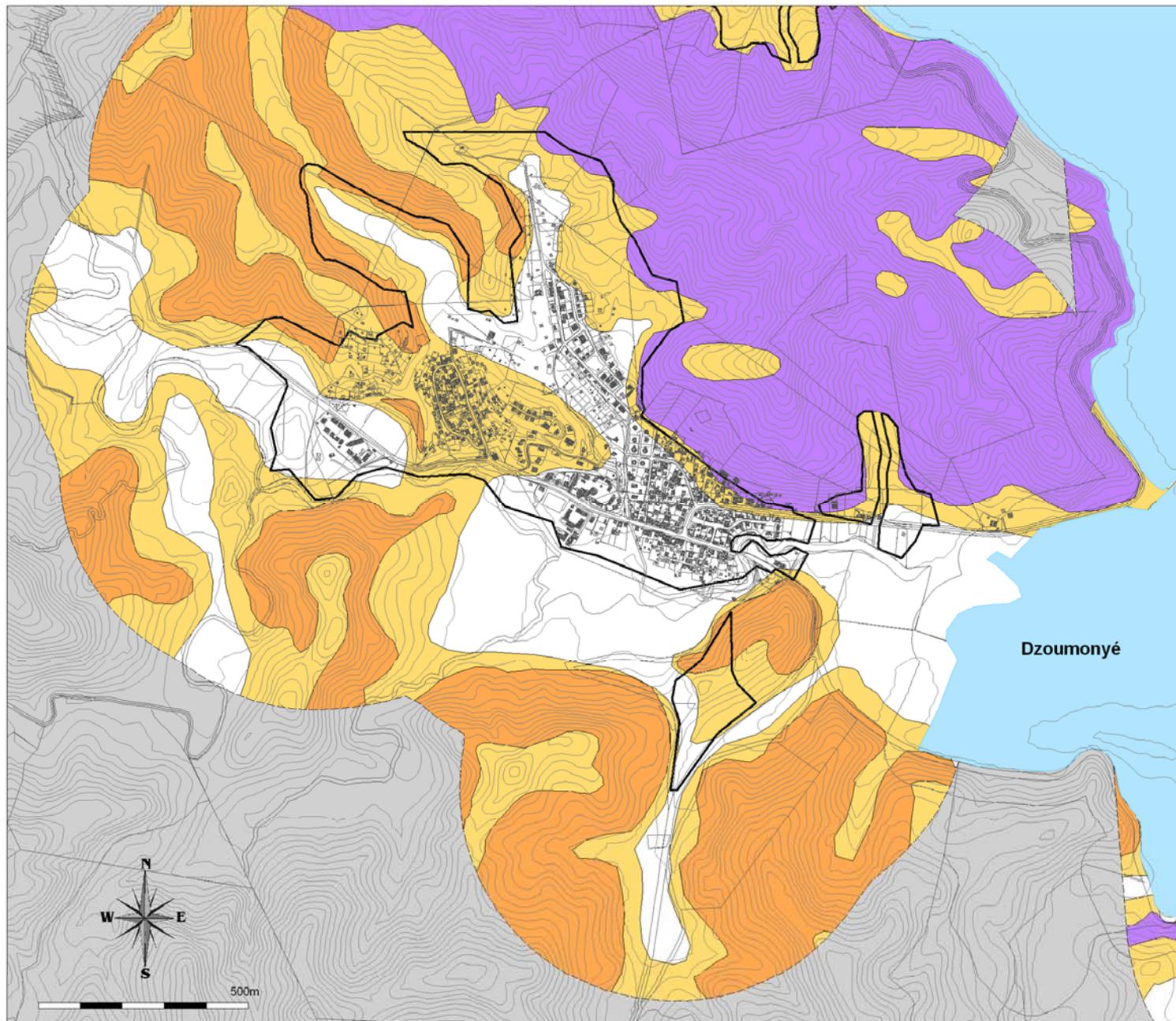


Carte 1- 4 bis  
Mise à jour

Niveau et type d'aléa  
mouvements de terrain

Cartographie établie à 1/10 000

Commune de BANDRABOUA



- G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- aléa faible à nul
- zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
- zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007

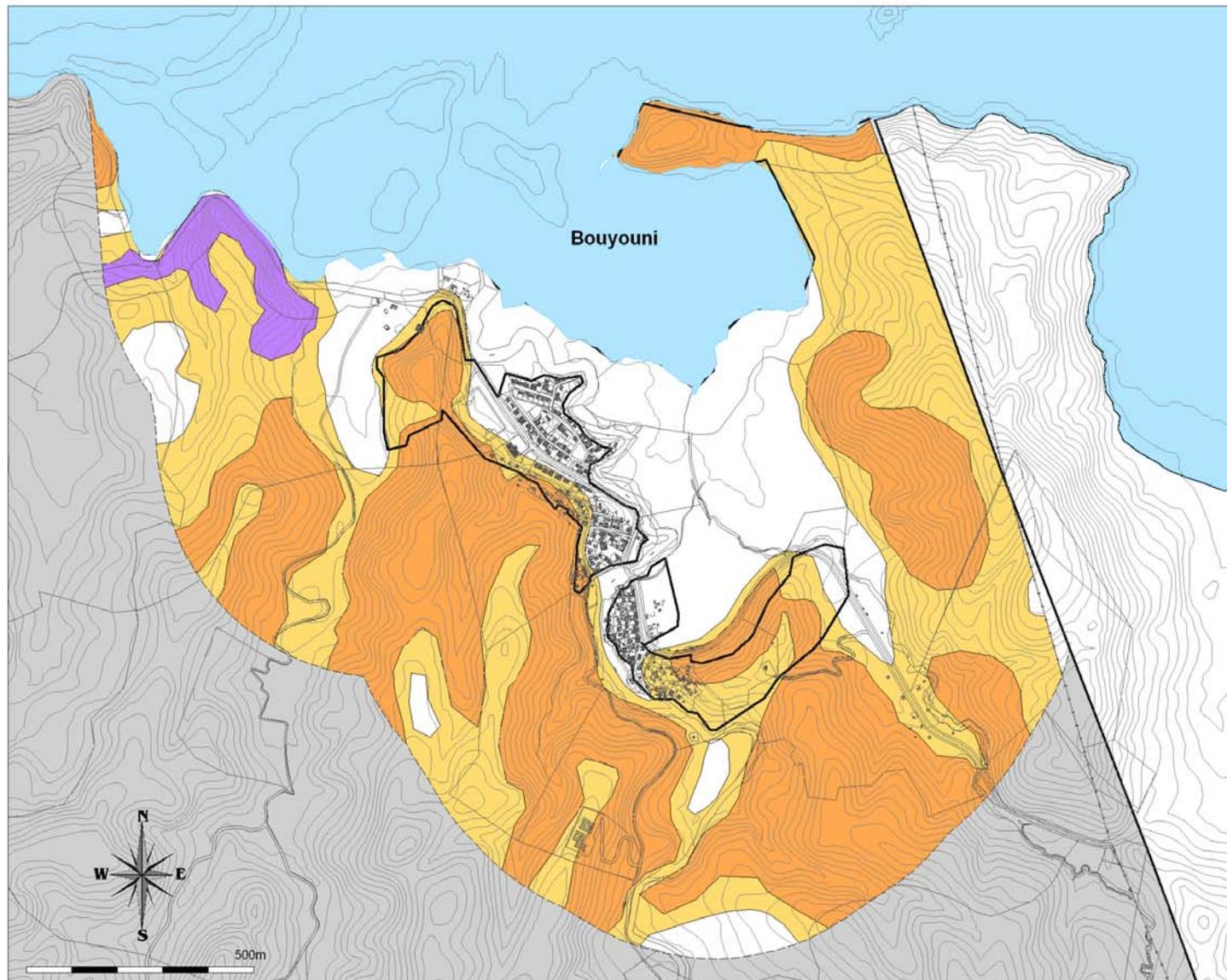


### Carte 1- 4 bis Mise à jour

## Niveau et type d'aléa mouvements de terrain

Cartographie établie à 1/10 000

### Commune de BANDRABOUA



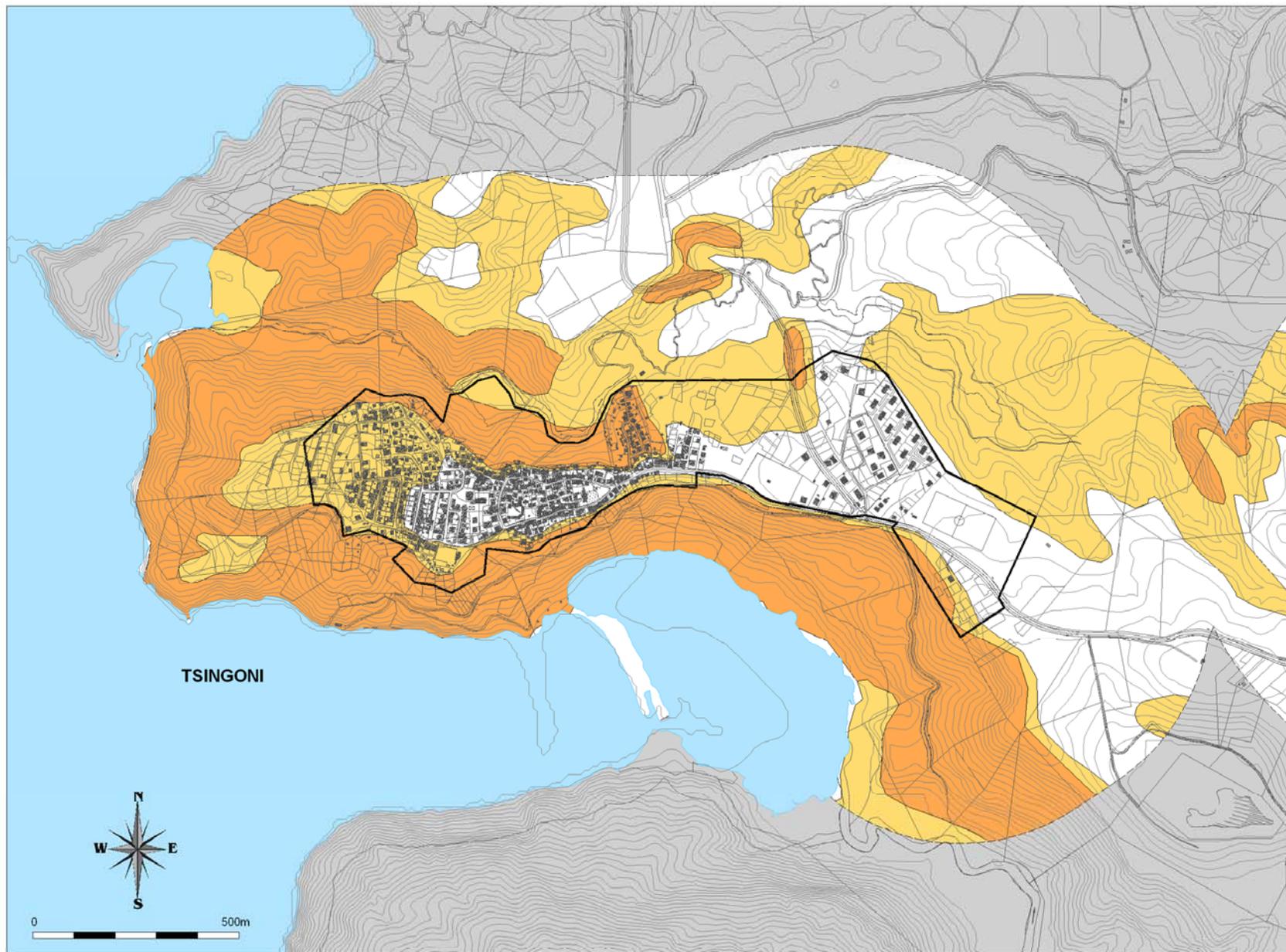
-  G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  aléa faible à nul
-  zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
-  zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007



Carte 1- 5 bis  
Mise à jour  
Niveau et type d'aléa  
mouvements de terrain

Cartographie établie à 1/10 000

Commune de TSINGONI



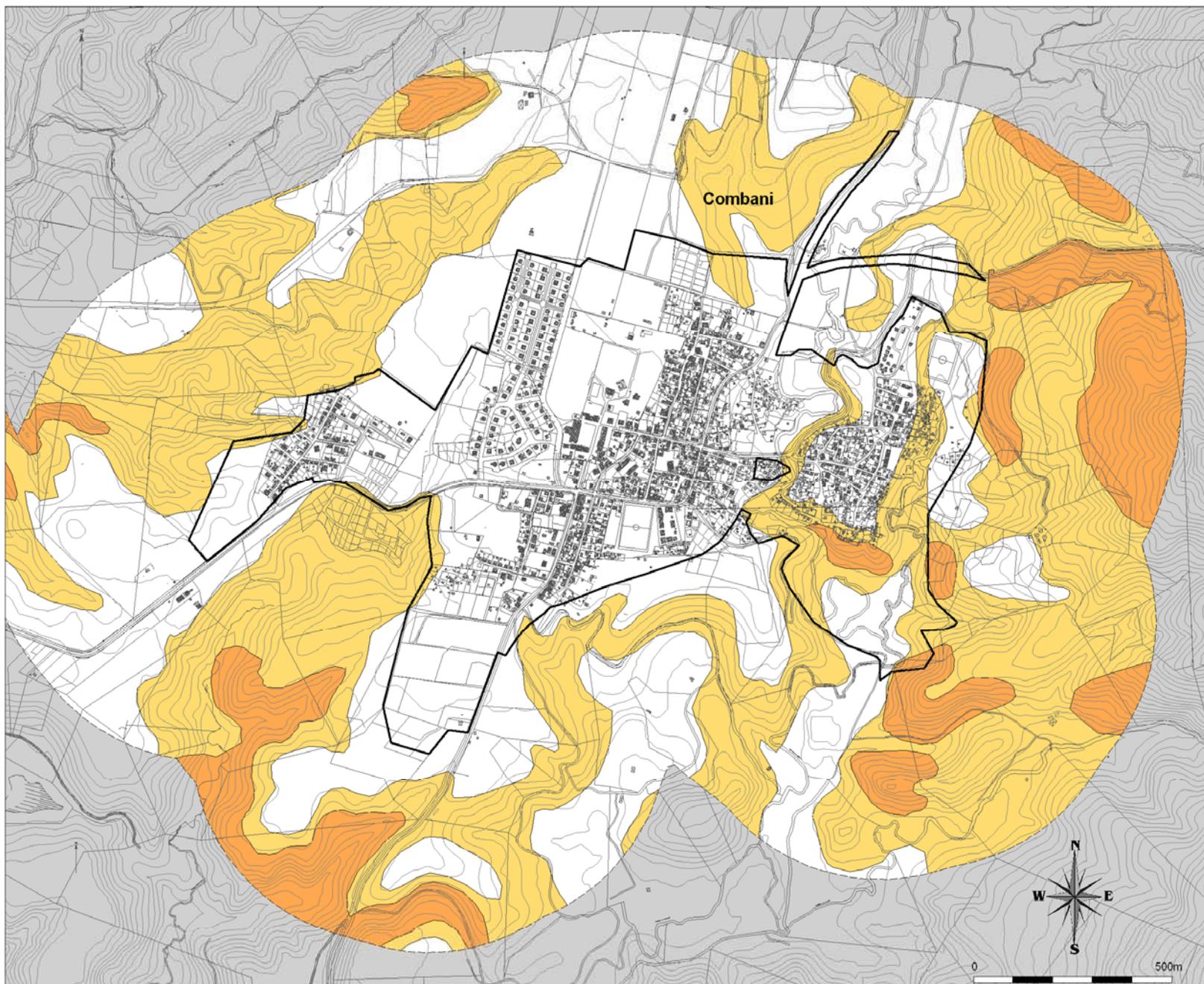
- G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- aléa faible à nul
- zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
- zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007



Carte 1- 5 bis  
Mise à jour  
Niveau et type d'aléa  
mouvements de terrain

Cartographie établie à 1/10 000

Commune de TSINGONI



-  G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  aléa faible à nul
-  zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
-  zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007



BRGM

Antenne de Mayotte

BP 1398 – 97600 Mamoudzou – Tél : 33 (0)2 69 61 28 13 - Fax. : 33 (0)2 69 61 28 15

Document public



# Mise à jour de l'aléa mouvements de terrain pour les atlas des aléas naturels, sur 8 communes de Mayotte

*Communes de Mtsamboro, Acoua et  
Mtsangamouji*

Rapport BRGM/RP-55589-FR

Juillet 2007



Document public



# Mise à jour de l'aléa mouvements de terrain pour les atlas des aléas naturels, sur 8 communes de Mayotte

## *Communes de Mtsamboro, Acoua et Mtsangamouji*

Rapport BRGM/RP-55589-FR

Juillet 2007

J.-C. Audru et M. Imbault

<u>Vérificateur</u>	<u>Approbateur</u>
Nom :	Nom :
Date :	Date :
Signature :	Signature :
(Ou Original signé par)	(Ou Original signé par)

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Mots clés : atlas, aléas naturels, mouvements de terrain, Mayotte, Comores

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

J.-C. Audru et M. Imbault (2007) : Mise à jour de l'aléa mouvements de terrain pour les atlas des aléas naturels, sur 8 communes de Mayotte. Rapport BRGM/RP-55589-FR, 6 p., 5 figures.

© BRGM, 2007, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

# La mise à jour de l'aléa MVT

## CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

De 2001 à 2006, le BRGM a réalisé les atlas des aléas naturels à Mayotte. Pour les mouvements de terrain, ces atlas avaient été cartographiés à 1/10 000 dans les zones urbaines (suivant leur extension en 2002), alors que les zones rurales de l'époque avaient été cartographiées à 1/25 000.

Depuis cinq ans, les zones urbaines se sont considérablement étendues. Par ailleurs, la qualité des fonds de plan s'est améliorée avec la réalisation depuis 2002 du cadastre numérique de Mayotte et avec la mise sur le marché en 2006, du Scan25 et de la BD-ortho révisée de l'IGN.

L'objectif de cette étude demandée par la Direction de l'Équipement de Mayotte au BRGM, est de mettre à jour la cartographie de l'aléa mouvement de terrain (MVT) dans les zones urbaines actuelles et futures (zones U, Na, Er) de 8 communes de Mayotte, à partir des nouveaux fonds de plan.

## EMPRISE DE LA ZONE MISE À JOUR

La zone d'étude correspond aux zones urbanisées et urbanisables (zones U, Na, Er) des communes de Bandraboua, Mtsamboro, Acoua, Mtsangamouji, Chiconi, Tsingoni, Ouangani et Chirongui.

## MÉTHODOLOGIE

Le zonage de l'aléa MVT a été réalisé sur le terrain en mai et juin 2007, suivant les protocoles définis dans les atlas des aléas, dans les zones U, Na, Er des 8 communes précitées. Le raccordement du zonage urbain a été effectué avec l'ancien zonage en zone rurale. Le périmètre des zones U, Na, Er des communes de Mayotte a été fourni par la DE au BRGM en mars 2007. Le zonage a ensuite été numérisé en tables MapInfo pour aboutir aux cartes à 1/10000 ci-livrées. Pour assurer l'homogénéité des séries de cartes, le zonage de l'aléa MVT a été représenté conformément aux atlas d'aléas existant.

La méthodologie suivie pour l'évaluation et la qualification de l'aléa mouvement de terrain est rappelée ci-dessous.

Conformément aux recommandations du guide méthodologique du MATE (1999) actuel MEDAD, la démarche utilisée pour évaluer l'aléa mouvement de terrain a consisté en une approche naturaliste du type expertise excluant le recours à des études supplémentaires. Dans l'appréciation du niveau d'aléa, les critères (cf tableau ci-contre) sont donc à prendre plutôt comme des exemples que comme des définitions strictes de chaque niveau d'aléa. Les phénomènes ont été localisés et leur niveau d'aléa a été évalué à partir des observations de terrain (volume, géométrie, propagation, préjudice humain, dommages matériels etc.).

Trois niveaux d'aléa ont ainsi été déterminés :

**1 = nul à faible** : cela qualifie les zones dans lesquelles ne peuvent se manifester que des événements peu fréquents, de faible intensité et gravité ;

**2 = moyen** : ce niveau d'aléa moyen concerne essentiellement les secteurs où les phénomènes significatifs potentiels restent rares ou ne peuvent se produire qu'à échéance éloignée. Les instabilités mobilisant de faibles volumes peuvent y être plus fréquentes. Ces zones d'aléa comprennent également l'extrémité des périmètres de propagation de chutes de blocs et de glissements de terrain (entre la zone d'aléa fort et la zone d'aléa faible) où les phénomènes à risques ont significativement perdu de leur intensité ;

**3 = fort** : le niveau d'aléa fort caractérise les secteurs où les chutes de blocs et les glissements de terrain significatifs peuvent se manifester à court ou moyen terme ainsi que ceux où ces événements ont déjà été observés et peuvent s'y reproduire ; des bandes de sécurité sont introduites aux limites de ces zones. On notera que pour les atlas le niveau "majeur" n'a pas été distingué du niveau "fort" dans la mesure où les phénomènes associés à ces deux niveaux se révèlent déjà très préjudiciables pour les constructions et les personnes et constituent indifféremment une menace sérieuse.

NIVEAU D'ALÉA	CRITÈRES INDICATIFS	LOCALISATION (exemples)
<b>Supposé nul à faible</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas d'indice de mouvement de terrain</li> <li>- Zone à blocs isolés</li> <li>- Mouvements potentiels suite à des aménagements</li> <li>- Secteurs plats ou de pente inférieure à 8°</li> </ul>	Plaines littorales Fonds de dépressions volcaniques Planèzes et plateaux
<b>Moyen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indices anciens peu ou pas estompés</li> <li>- Indices de mouvements actifs de faible volume</li> <li>- Dégâts de faible ampleur ou rares sur le bâti ou sur les axes de communication</li> <li>- Zones exposées à des chutes de blocs/pierres isolées peu fréquentes</li> <li>- Topographie faiblement déformée par les ondulations de fluage</li> <li>- Conditions hydrogéologiques défavorables</li> <li>- Zones aval des zones d'aléa fort</li> <li>- Secteurs de pente comprise entre 8° et 20°</li> </ul>	Versants en pente faible  Flancs externes des appareils volcaniques Collines correspondant à des coulées
<b>Fort</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indices d'activité sur toutes les pentes, perturbations de la topographie (niches d'arrachement, bourrelets, fissures, rétention d'eau dans les contre-pentes etc.)</li> <li>- Dégâts sur le bâti ou sur les axes de communication</li> <li>- Zones exposées à des éboulements en masse et à des chutes fréquentes de blocs (éboulis, falaises fracturées etc.)</li> <li>- Zones exposées à des glissements en masse</li> <li>- Bandes de sécurité amont et aval</li> <li>- Secteurs de pente supérieure à 20°</li> </ul>	Versants en pente forte  Flancs internes des appareils volcaniques, pitons.

En matière de représentation, chaque zone d'exposition homogène est désignée par le *niveau* de l'aléa (nul à faible, moyen, fort) et son *type* dominant sur un secteur (glissement ou chute de bloc) matérialisé par une lettre désignant le phénomène à risques dominant et un chiffre précisant le niveau d'aléa (cf. § précédent). Lorsqu'il y a superposition de plusieurs phénomènes (cas le plus fréquent), le zonage ne retient comme représentation cartographique que le phénomène dominant (niveau d'aléa le plus fort).

- **P3** (violet sombre et trame transparente) : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements (type G2 maximum) ;
- **G3** : (marron sombre et trame transparente) : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs (type P2 maximum) ;
- **P2** (violet clair et trame transparente) : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements ;
- **G2** (marron clair et trame transparente) : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs ;
- **Sans indication** : aléa faible à nul.

Les tables MapInfo livrées avec ce rapport présentent le zonage en précisant les codes ci-dessus ainsi que le type d'aléa (ex. chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements) et l'intensité de l'aléa (moyen ou fort).

Dans le cadre de cette étude, il n'a pas été effectué de sondage de reconnaissance, ni d'essai géotechnique, ni de calcul de stabilité pour les zones propices à des glissements ou de trajectographie pour la détermination des zones d'épandages des chutes de blocs.

Les fonds de plan utilisés pour le terrain étaient le fond cadastral du SIG inter services publics de Mayotte (fourni par la DE au BRGM en avril 2007) et le Scan25 de l'IGN de 2006 agrandi à l'échelle du 1/10 000 (licence BRGM). Il faut noter qu'il existe des différences de localisation des bâtiments et des voiries entre le fond IGN et le fond cadastral ; cette différence est de l'ordre de 5 à 15 m. Une vérification des zonages a également été effectuée à partir de l'étude des photos aériennes BD Ortho (IGN 2005).

## Références des atlas

Audru J.C., Bitri A., Desprats J.-F., Mathon C., Maurillon N., Nédellec J.-L., Jossot O., Rançon J.-P., Sabourault P., Sedan O., Terrier-Sedan M. et Zornette N., avec la collaboration de Stollsteiner P. (Antéa), de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2004 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Mamoudzou, Koungou, Dzaoudzi et Pamandzi. Rapport BRGM RP-53037-FR.

Audru J.C., Desprats J.-F., Euchet G., Jossot O., Mathon C., Nédellec J.-L., Rançon J.-P., Sedan O. et Zornette N., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2004 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Chiconi, Ouangani, Sada et Chirongui. Rapport BRGM RP-52662-FR.

Audru J.C., Auber B., Desprats J.-F., Frissant N., Jossot O., Mathon C., Moiriat D., Nédellec J.-L., Sedan O. et Zornette N., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2004 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Bandraboua et Tsingoni. Rapport BRGM RP-53116-FR.

Audru J.C., Auber B., Desprats J.-F., Euchet G., Jossot O., Mathon C., Moiriat D., Nédellec J.-L., Sedan O. et Zornette N., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2005 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Mtsamboro, Acoua et Mtsangamouji. Rapport BRGM RP-53194-FR.

Audru J.C., Euchet G., Desprats J.-F., Jossot O., Mathon C., Nédellec J.-L., Sedan O. et Zornette N., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2004 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Bandrélé et Dembéni. Rapport BRGM RP-53678-FR.

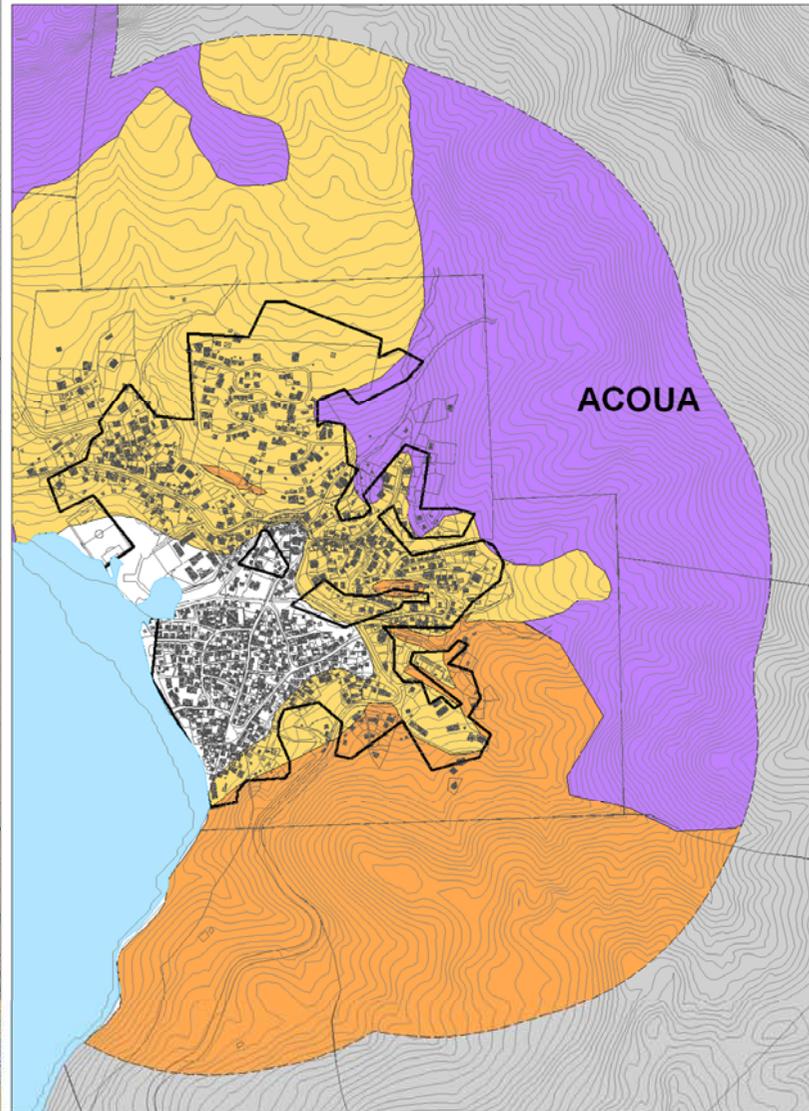
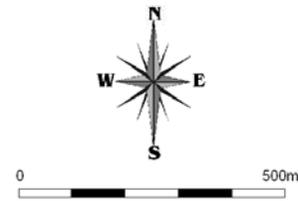
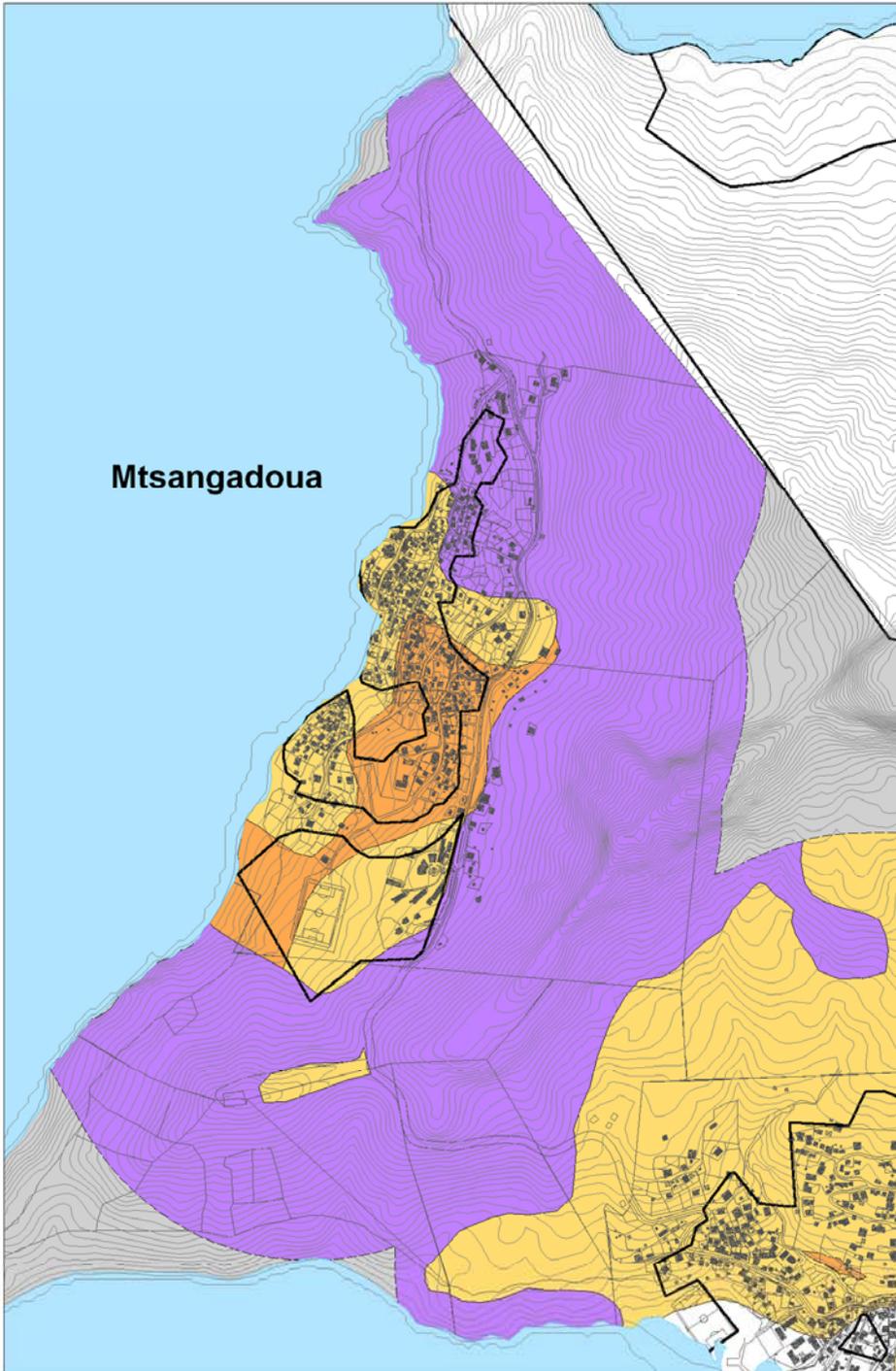
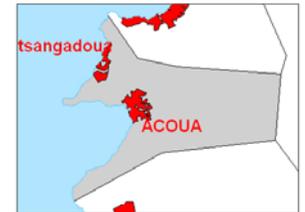
Euchet G., Audru J.C., Bouleau E., Desprats J.-F., Djaco E., Jossot O., Nédellec J.-L. et Vigneau A., avec la collaboration de Guillobez S. (Cirad), de Daniel P. et de Haie B. (Météo-France) 2006 – Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Bouéni et Kani Kéli. Rapport BRGM RP-55077-FR.

Carte 1-4 bis  
Mise à jour

Niveau et type d'aléa  
mouvements de terrain

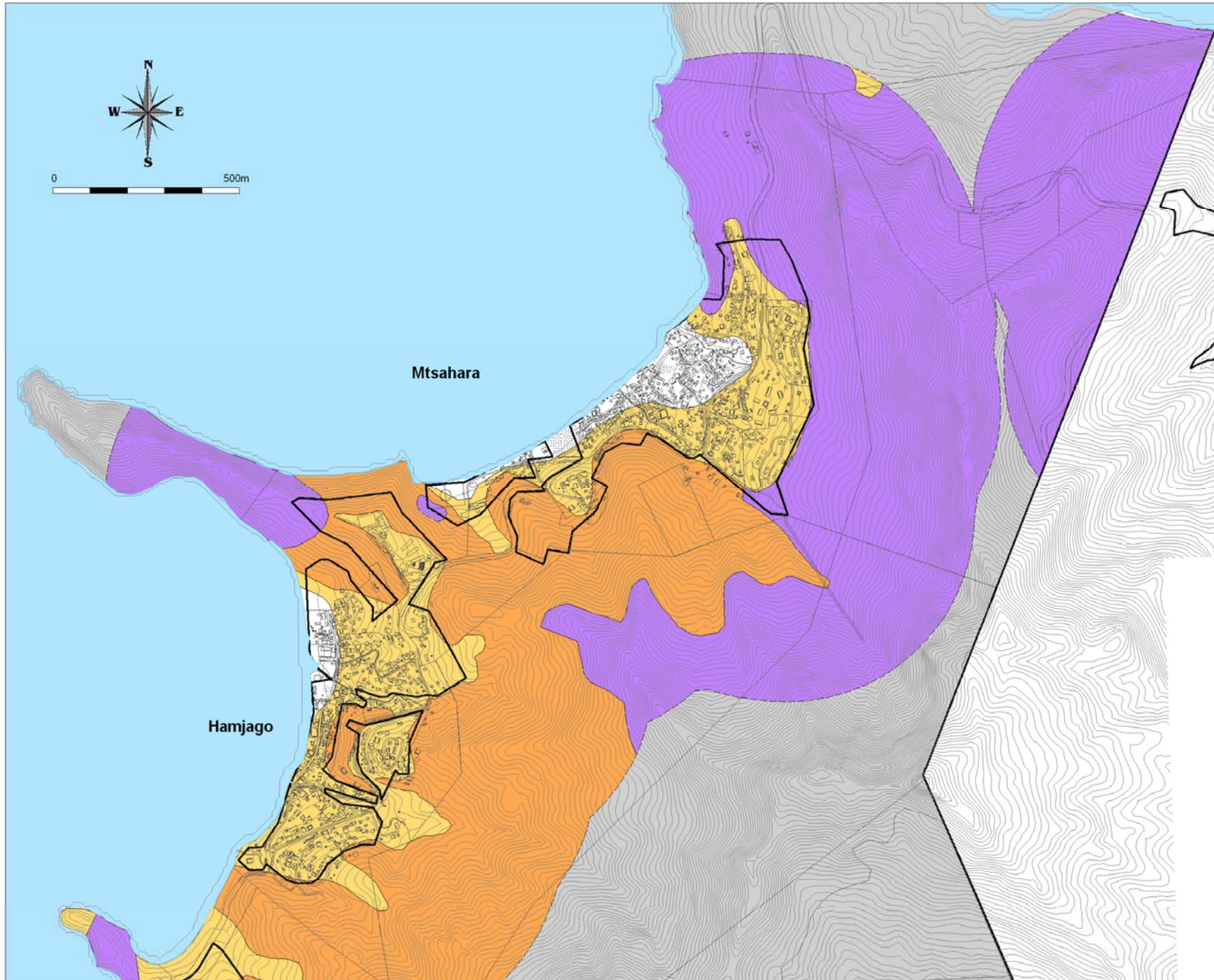
Cartographie établie à 1/10 000

Commune d'ACOUA



- G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- aléa faible à nul
- zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
- zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007





### Carte 1- 5 bis Mise à jour Niveau et type d'aléa mouvements de terrain

Cartographie établie à 1/10 000

Commune de MTSAMBORO



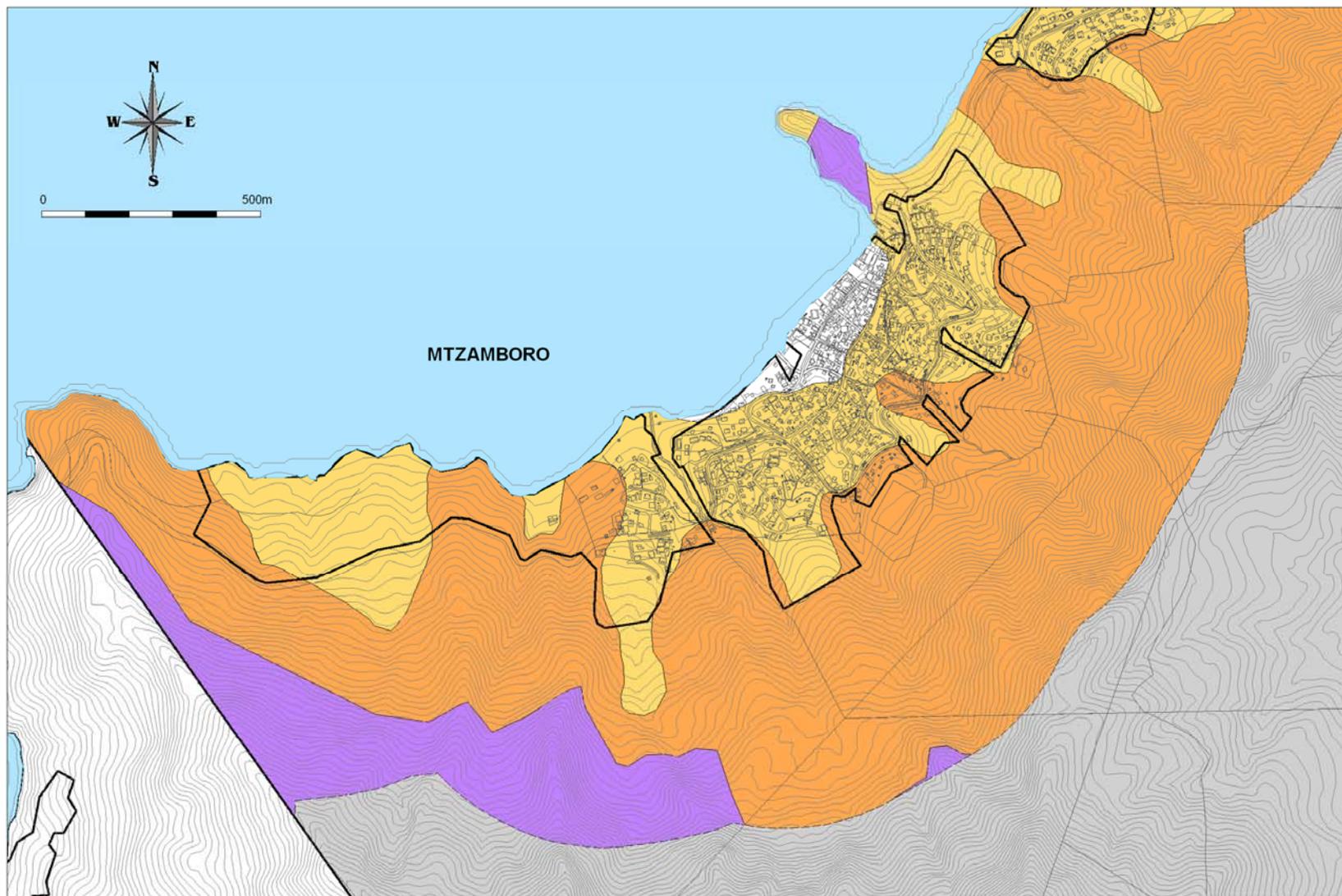
-  G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  aléa faible à nul
-  zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
-  zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007



# Carte 1- 5 bis Mise à jour Niveau et type d'aléa mouvements de terrain

Cartographie établie à 1/10 000

Commune de MTSAMBORO

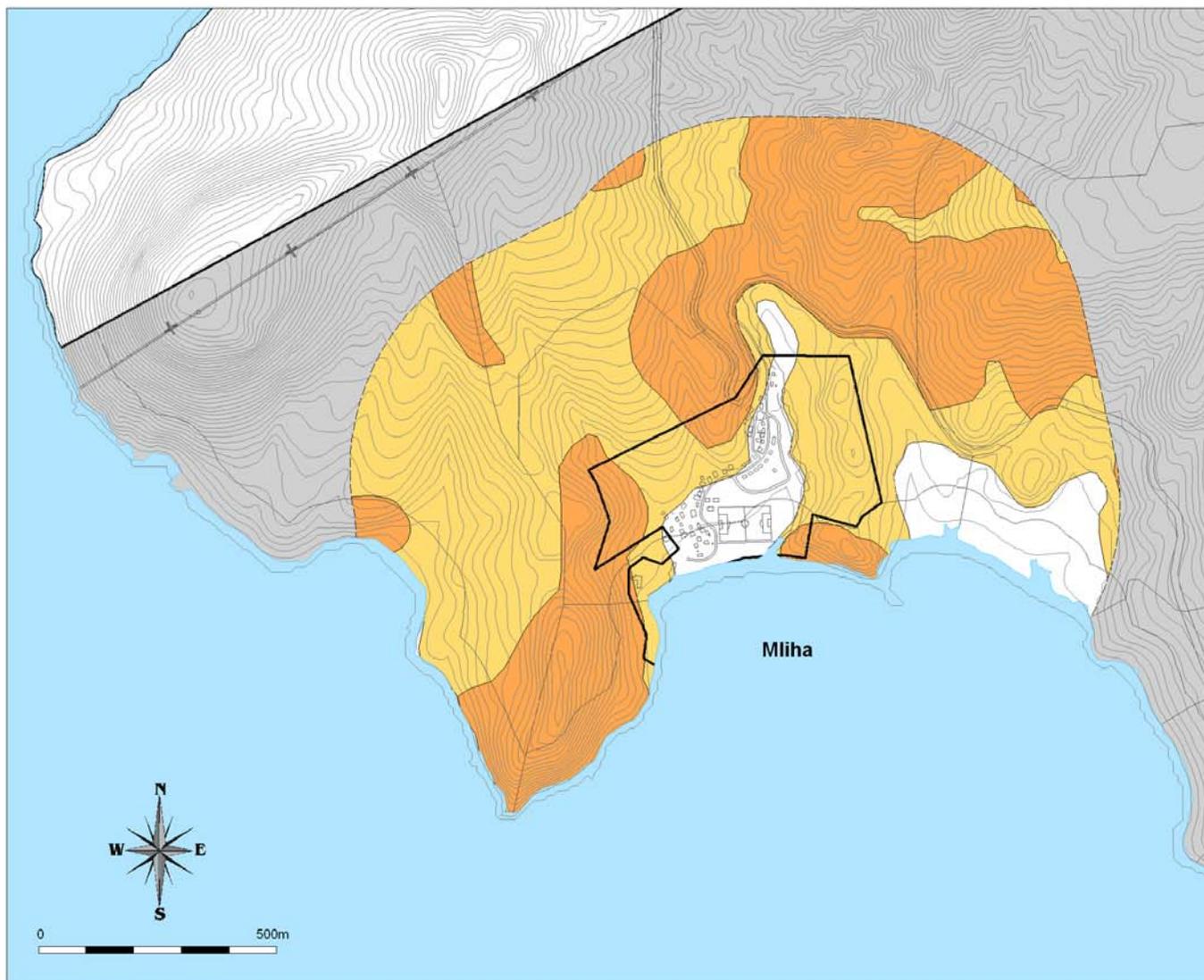


-  G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  aléa faible à nul
-  zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
-  zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007



Carte 1- 6 bis  
**Mise à jour**  
**Niveau et type d'aléa**  
**mouvements de terrain**  
 Cartographie établie à 1/10 000

Commune de MTSANGAMOUJI



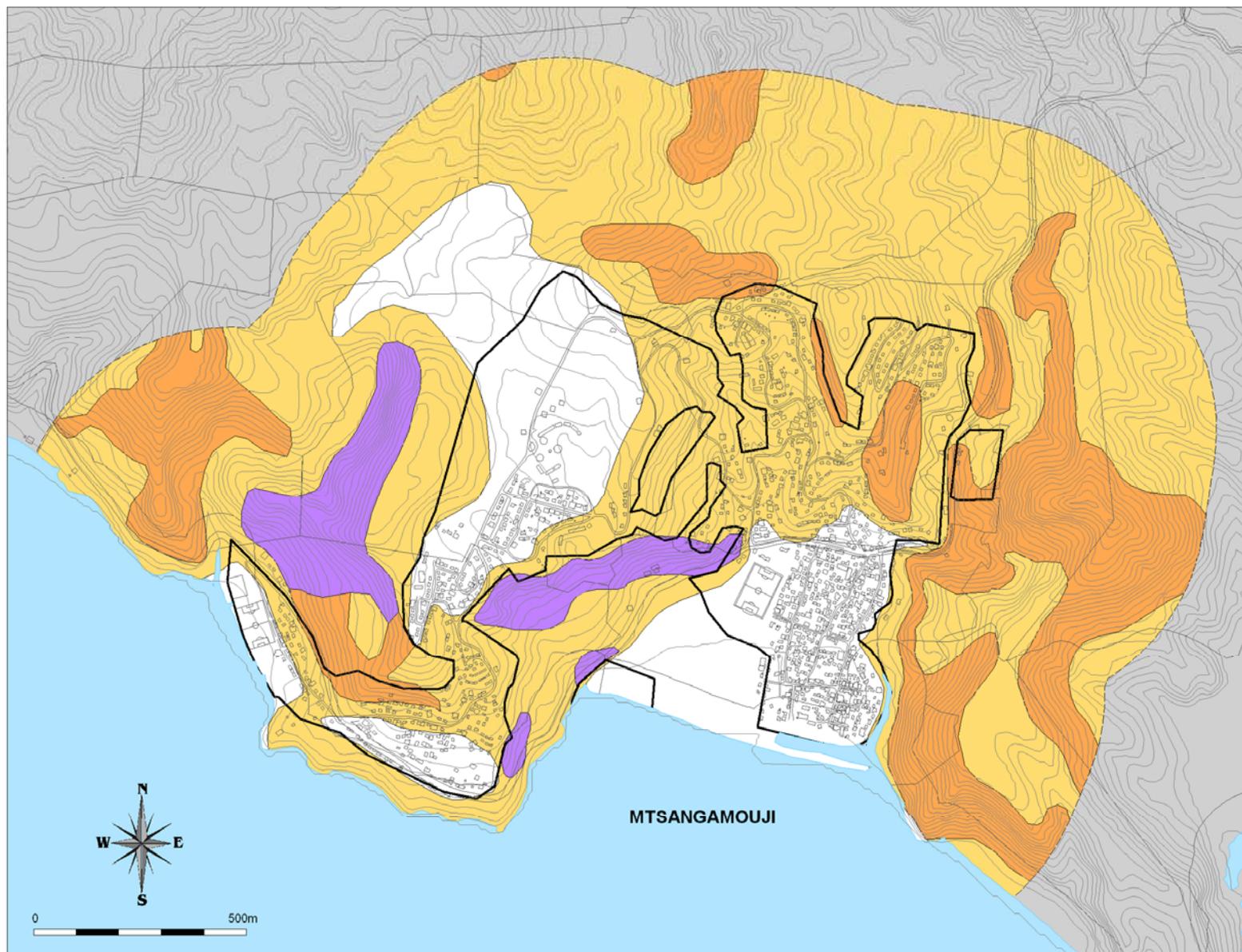
- G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
- P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
- aléa faible à nul
- zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
- zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007



Carte 1- 6 bis  
**Mise à jour**  
**Niveau et type d'aléa**  
**mouvements de terrain**

Cartographie établie à 1/10 000

Commune de MTSANGAMOUJI



-  G3 : aléa fort, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  G2 : aléa moyen, glissements dominants accompagnés de chutes de blocs
-  P3 : aléa fort, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  P2 : aléa moyen, chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements
-  aléa faible à nul
-  zone urbaine (U Na Er), cartographiée à 1/10 000
-  zone rurale, non cartographiée dans le cadre de la mise à jour 2007



BRGM

Antenne de Mayotte

BP 1398 – 97600 Mamoudzou – Tél : 33 (0)2 69 61 28 13 - Fax. : 33 (0)2 69 61 28 15