

Document public

Rapport d'expertise :

Appui pour la mise en place du protocole simplifié du suivi visuel du Mont Baduel

BRGM/RP-65699-FR

Mars, 2016

Cadre de l'expertise :

Appuis aux administrations Appuis à la police de l'eau
Catastrophe naturelle Autres

Date de réalisation de l'expertise : 16/02/2016 et 02/03/2016

Localisation géographique du sujet de l'expertise :

Mont Baduel, Cayenne, Guyane Française

Auteur BRGM : Bourbon Pierre

Demandeur : DEAL Guyane

89 3740 46 -625 5



Géosciences pour une Terre durable

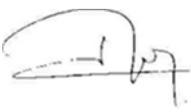
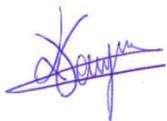
brgm

Le système de management de la qualité et de l'environnement du BRGM est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Ce rapport est le produit d'une expertise institutionnelle qui engage la responsabilité civile du BRGM. Il constitue un tout indissociable et complet ; une exploitation partielle ou sortie du contexte particulier de l'expertise n'engage pas la responsabilité du BRGM.

La diffusion des rapports publics est soumise aux conditions de communicabilité des documents, définie en accord avec le demandeur. Aucune diffusion du présent document vers des tiers identifiés ne sera volontairement engagée par le BRGM sans notification explicite du demandeur.

Ce document a été vérifié et approuvé par :

Vérificateur :	Date : 15/03/2016	
Nom : Bastien COLAS	Expert mouvements de terrain	
Approbateur :	Date : 16/03/2016	
Nom : Laure VERNEYRE	Directrice du BRGM Guyane	

Mots-clés : expertise, appuis aux administrations, mouvement de terrain, glissement, protocole, surveillance, Guyane, Cayenne, Baduel

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

Bourbon P. (2016) – Appui pour la mise en place du protocole simplifié de surveillance visuelle du Mont Baduel. Rapport d'expertise BRGM/RP-65699-FR. (28 p., 12 ill., 2 ann.)

© BRGM, 2016, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Sommaire

1. Introduction.....	5
2. Contexte général	6
2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	6
2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET MORPHOLOGIQUE.....	6
2.3. PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MOUVEMENT DE TERRAIN	8
2.4. HISTORIQUE	9
3. Description du protocole (version du 02/03/2016).....	11
4. Mission du BRGM.....	14
4.1. LE RISQUE MOUVEMENTS DE TERRAIN SUR LE MONT BADUEL	14
4.1.1 Surveillance des évènements de grande ampleur	14
4.1.2 Surveillance des glissements d'ampleur limitée.....	15
4.2. INDICES A OBSERVER ET REPERAGES DES SITES	16
4.2.1 Les signes visuels caractéristiques à observer	16
4.2.2 Description des zones à observer	18
4.3. LES LIMITES DU PROTOCOLE.....	26
4.3.1 Le repérage des zones.....	26
4.3.2 Les Actions de la DEAL et du BRGM.....	26
4.3.3 La mise en sécurité des personnes et des biens	26
5. Recommandations	27
5.1. SURVEILLANCE DES GLISSEMENTS DE GRANDE AMPLEUR.....	27
5.2. SURVEILLANCE DES GLISSEMENTS DE FAIBLE AMPLEUR.....	27
6. Annexes.....	29
6.1. ANNEXE 1 : PROTOCOLE SIMPLIFIE DE SUIVI VISUEL DU MONT BADUEL (VERSION DU 02/03/2016)	29
6.2. ANNEXE 2 : PRESENTATION DISPENSEE PAR LE BRGM LE 2 MARS 2016.....	37

Liste des illustrations

Illustration 1 – Localisation générale de la zone concernée par le protocole de surveillance (scan25 de l'IGN)	6
Illustration 2 – Extrait de la carte géologique BRGM 1/100 000 de Cayenne et localisation du site	7
Illustration 3 - Coupe schématique du mont Baduel. Source rapport BRGM/RP-50474-FR	7
Illustration 4 – Cartographie du risque « mouvement de terrain » sur la commune de Cayenne.....	8
Illustration 5 – Vues aérienne rapprochée de la zone affectée par un glissement survenue le 1er juin 2009..	9
Illustration 6 – Photo d'un bâtiment (bar-dancing) affecté par le glissement du 7 juin 2009.....	10
Illustration 7 – Repérage des niveaux de risque d'effondrement ou d'ensevelissement des bâtiments (D'après GIPEA-GSI – R322.09).....	12
Illustration 8 – planche photographique : exemples de signes visuels observables.....	17
Illustration 9 – exemple de deux maisons situées dans la zone 2	19
Illustration 10 – Planche photo du glissement du 1 ^{er} juin 2009.....	21
Illustration 11 – Exemple de talus observés dans la zone 7	23
Illustration 12 – talus en forte érosion à proximité d'une habitation	24

1. Introduction

Situé sur la commune de Cayenne, le secteur Sud-est du mont Baduel est cartographié en zone rouge du PPR Mouvements de terrain classée comme zone « inconstructible ». Cependant depuis une vingtaine d'année il fait l'objet d'installations d'habitations spontanées et illégales.

En 2010, un protocole simplifié de suivi visuel des mouvements de terrain sur le mont Baduel a été réalisé par la DDE de Guyane en vue d'être proposé aux services techniques de la ville de Cayenne. Ce suivi, temporaire, devait être mené jusqu'à la mise en place d'un dispositif d'instrumentation et de surveillance défini en fin d'année 2009 par le groupement GIPEA-GSI (R322.09). Toutefois, ce protocole ne semble pas avoir été mis en œuvre et le dispositif d'instrumentation et de surveillance, bien qu'opérationnel entre 2010 et 2012, n'a pas fait l'objet de mesures pérennes (pas ou peu de données existantes).

En 2014, le BRGM a réalisé une expertise du dossier de suivi des mouvements de terrain du Mont Baduel ainsi qu'un diagnostic de l'aléa (Rapport BRGM/RC-63987-FR). Cette expertise, menée pour le compte du tribunal administratif de Cayenne, dresse une synthèse de l'ensemble des études et investigations menées sur cette colline depuis le début des années 2000.

Le 29 janvier 2016, la DEAL Guyane a sollicité le BRGM Guyane pour accompagner la mise en place de ce protocole simplifié de suivi visuel des mouvements de terrain sur le mont Baduel dans une version actualisée.

L'objectif de la mission du BRGM est de soutenir la démarche de mise en place du protocole qui sera opéré par les agents de la ville de Cayenne. Il s'agit notamment de transmettre les outils nécessaires aux personnes affectées pour ces missions afin qu'ils puissent obtenir de l'autonomie pour les réaliser.

Les actions proposées par le BRGM dans le cadre de cet appui sont les suivantes :

- Préparer et animer une séance de travail préliminaire en salle de réunion. Elle permettra de fournir des éléments de langage aux agents municipaux de la mairie de Cayenne pour être à la fois sensibilisé et mieux avertis vis-à-vis des phénomènes redoutés ;
- Accompagner les agents lors de l'une des premières visites sur le terrain afin de préciser les différents indices à repérer et initier les agents de la mairie aux méthodes d'observations.

La mission a été menée par un intervenant du BRGM Guyane. Elle repose sur des éléments connus du contexte de l'aléa mouvement de terrain sur le mont Baduel ainsi que sur les observations visuelles effectuées lors des visites sur site. Ces dernières ont eu lieu le 16 février 2016 en présence de représentants de la mairie de Cayenne, de la préfecture, de l'EMIZ, du SDIS et de la DEAL, ainsi que le 2 mars 2016 en présence d'agents de la brigade urbanisme de la mairie de Cayenne.

L'expertise s'inscrit dans le cadre des missions d'Appui aux Administrations menées par le BRGM au titre de l'année 2016.

Cette expertise ne constitue pas une étude détaillée des sites à risques sur le mont Baduel. Elle vise à appuyer la mise en place d'un protocole existant établi sur la base d'éléments issus du rapport GIPEA-GSI (R322.09) qui a hiérarchisé les habitats exposés (cf. Illustration 7).

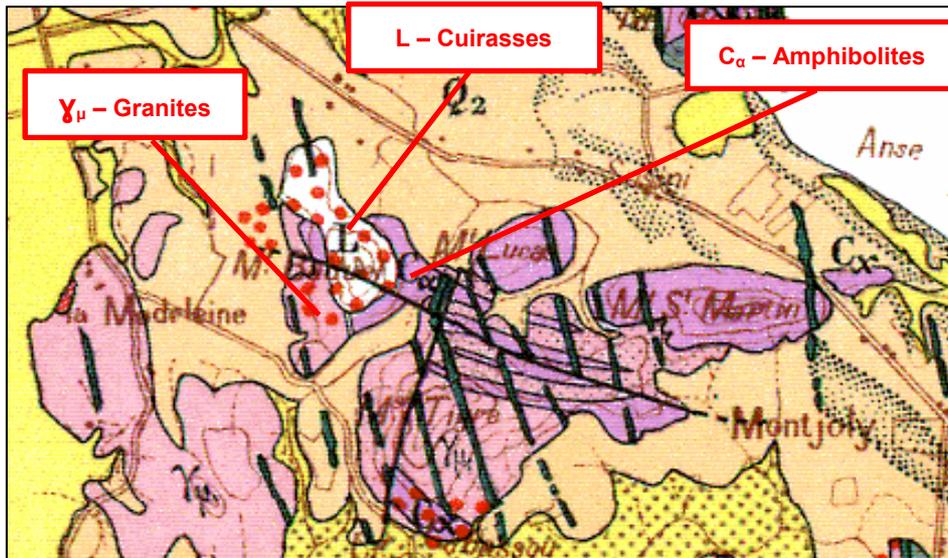


Illustration 2 – Extrait de la carte géologique BRGM 1/100 000 de Cayenne et localisation du site

Ce substratum a subi une forte altération : le socle sain (nommé S_o^*), qu'il soit de type granitique ou amphibolitique, est surmonté d'altérites argileuses et sablo-argileuses. Au sommet de ce profil, le sol est constitué par une cuirasse latéritique, seule formation superficielle indiquée sur la carte géologique.

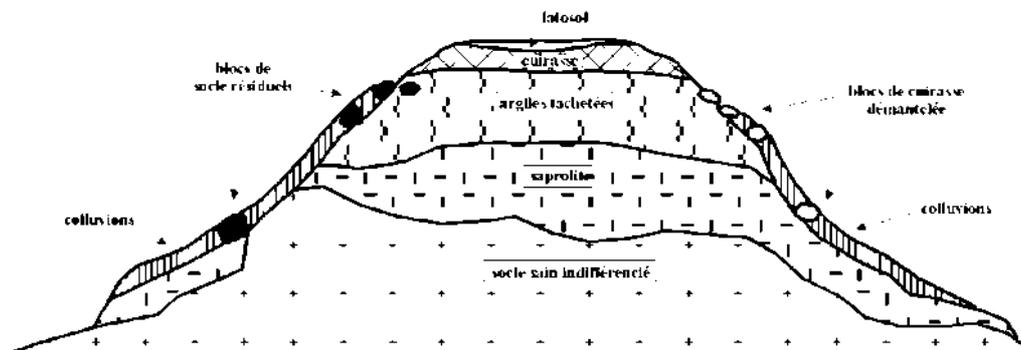


Illustration 3 - Coupe schématique du mont Baduel.
Source rapport BRGM/RP-50474-FR

Généralement, un profil latéritique complet comprend de la base au sommet :

- Le socle sain S_o^1 ;
- la saprolite (quelques mètres à 50 m d'épaisseur maximum en Guyane) de consistance sableuse à la base, argileuse dans la partie supérieure (nommé $H3I^1$) ;
- les argiles tachetées (quelques mètres à plus de 10 m) (nommé $H3A^1$) ;
- la cuirasse (1 à quelques mètres, rarement plus de 10 m), développée par l'accumulation des oxydes de fer et parfois d'aluminium (nommé $H2Cu^1$). Cette formation indurée se désagrège en nodules ferrugineux de plus en plus petits pour former le latosol ;
- un latosol (1 m), horizon meuble produit par la désagrégation de la cuirasse (nommé $H1^1$).

¹ : Codification issue de la nomenclature des séries latéritiques (BRGM/R 37819 : Aménagement de la région Guyane, feuille de Cayenne NO à 1/50000ème).

Par ailleurs, on note la présence de colluvions² sur les flancs du mont Baduel. Il s'agit d'une formation relativement hétérogène et généralement de faible épaisseur, mis en place par transport de matériaux et généralement localisée en pied de pente.

D'un point de vue hydrogéologique et d'après le rapport de GIPEA 2009 (réf. R322.09), les forages réalisés dans le cadre de diverses études, indiquent la présence d'une nappe captive sous les argiles dans la frange altérée du massif rocheux. La présence d'eau semble à première vue confirmée par la présence de la « source de Baduel », au niveau du talweg situé entre les deux collines. Cette résurgence provient a priori de niveaux de fracturations dans la roche (horizon S₀).

2.3. PLAN DE PREVENTION DES RISQUES MOUVEMENT DE TERRAIN

Le PPR « mouvements de terrain » de l'île de Cayenne a classé une partie du mont Baduel en zone d'aléa élevé, notamment au niveau du flanc Sud-est, interdisant ainsi toute construction nouvelle et tout développement de l'habitat (Illustration 4). Ce zonage a été établi avec l'appui du BRGM en 2000 (Rapport BRGM/RP-40811-FR).

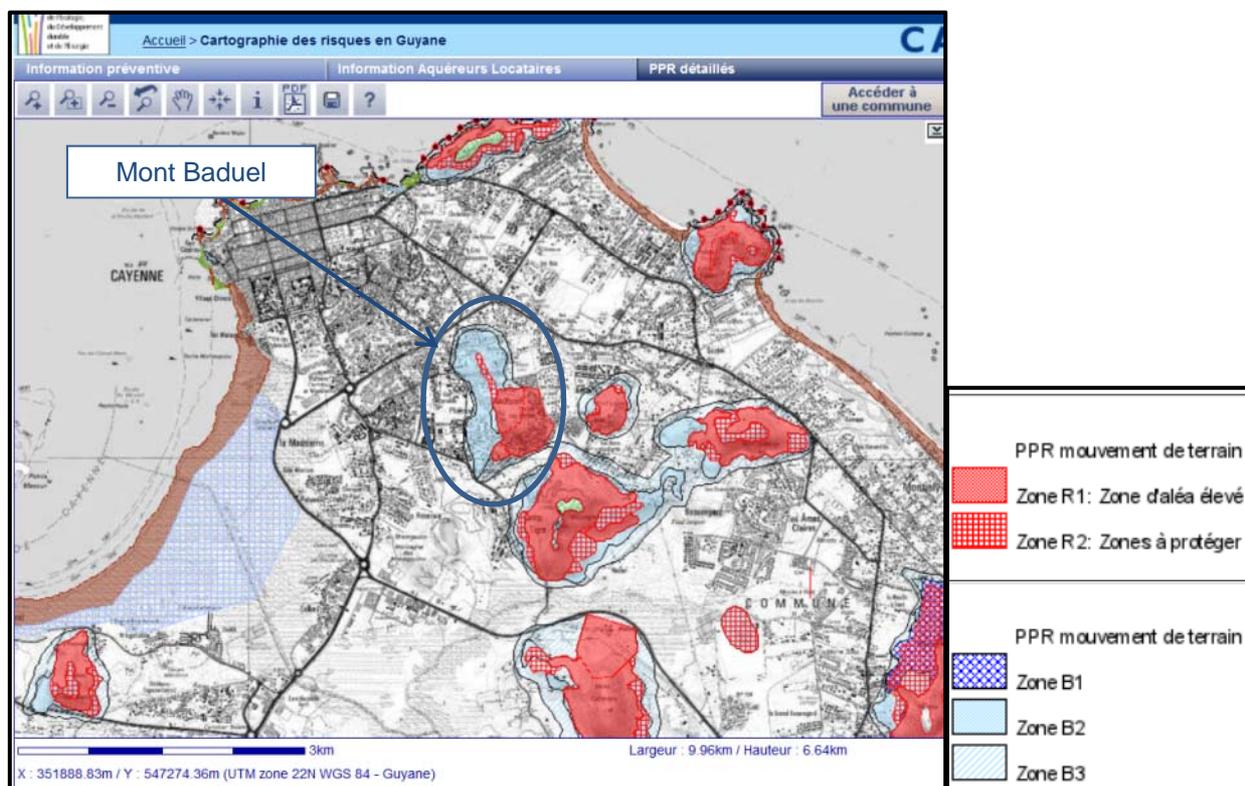


Illustration 4 – Cartographie du risque « mouvement de terrain » sur la commune de Cayenne.

D'après site web « Cartorisques »

² Colluvions : dépôts de pente relativement fins et dont les éléments ont subi un faible transport.

2.4. HISTORIQUE

Sur la colline du Mont Baduel, un certain nombre de mouvements de terrain ont été inventoriés (source : <http://www.infoterre.fr>). Si par le passé ces mouvements étaient plutôt rares et/ou de relative faible ampleur, on observe depuis quelques années une augmentation du nombre de ces phénomènes, menaçant ainsi les habitants du secteur.

Glissements anciens

Dans les années 90, plusieurs glissements de terrain sont recensés mais sans qu'il n'y ait de précision sur les dates. Il s'agit la plupart du temps de glissements de talus liés à d'anciennes exploitations illicites de latérites. Parmi ces événements, l'un d'entre eux semble atteindre une ampleur d'environ 100 m³, en aval d'une habitation. D'après les données de localisation, ces instabilités ne concernent pas le secteur d'étude.

Glissements récents

En juin 2009, deux glissements sont survenus sur le flanc est du Mont Baduel après les importantes pluies du 30 mai et du 1er juin 2009.

Le premier glissement (1^{er} juin 2009) est situé à une altitude comprise entre 40 m et 50 m NGG, sur le rebord abrupt d'un ancien front de taille formant une tête de talweg prononcé. Il correspond à une niche d'arrachement d'environ 7 à 10 m de large sur 12 à 15 m de hauteur, ayant entraîné dans sa chute de jeunes plants de bananiers (Illustration 5). Le matériau glissé a été en grande partie stoppé par un mur de soutènement situé en amont immédiat d'une habitation. Les jours suivants, de petites coulées se sont poursuivies.



Illustration 5 – Vues aérienne rapprochée de la zone affectée par un glissement survenue le 1er juin 2009

En amont ainsi qu'en aval immédiat du front de glissement, plusieurs habitations directement menacées en cas d'évolution régressive ont fait l'objet de procédures d'évacuation et de destruction.

Le second glissement (7 juin 2009) est situé à environ 250 m au Sud-est du premier. Il se situe en bordure de la route de Tarzan, à une altitude comprise entre 10 m et 20 m NGG. Il affecte un talus

subvertical de 5 m à 12 m de hauteur qui résulte de terrassements anciens pour l'extraction de matériaux.

La niche d'arrachement était relativement superficielle sur environ 15 m de largeur, et environ 6 m de hauteur. Les matériaux glissés avaient alors été stoppés contre une construction faisant office de bar-dancing (cf. Illustration 6).

D'après des témoignages, l'origine pourrait être la rupture d'une canalisation d'eau potable en amont immédiat du talus concerné. Au vu de la concordance avec les fortes précipitations, il peut donc s'agir de deux phénomènes combinés qui ont eu pour effet de saturer les matériaux du talus. Par ailleurs, les habitants ont indiqué la présence d'une source pérenne qui s'écoulait à la base du glissement. Cette dernière avait fait l'objet d'un captage puis d'une évacuation vers la route principale à l'est.



Illustration 6 – Photo d'un bâtiment (bar-dancing) affecté par le glissement du 7 juin 2009

En 2012, un autre glissement est survenu sur le mont Baduel (4/02/2012). Il est situé sur le même talus que celui du 7 juin 2009 et se concentre sur la partie supérieure du talus, sur 8 à 10 m de largeur et sur 2 à 3 m d'épaisseur (données issues du diagnostic du LBTP, rapport 11.0073). Ce glissement a été qualifié comme présentant un risque de progression à la faveur d'autres épisodes pluvieux importants. Un arrêté de péril imminent a donc été émis par la préfecture et la mairie de Cayenne a ordonné une évacuation immédiate des habitations exposées, dans un périmètre défini par l'arrêté municipal du 4 février 2012.

3. Description du protocole (version du 02/03/2016)

Un protocole simplifié de suivi visuel des mouvements de terrain sur le mont Baduel a été proposé par la DDE de Guyane en 2010. Ce dernier avait été présenté au BRGM pour avis lors d'une réunion entre la DDE et le BRGM le 14 octobre 2010. Une dernière version de ce protocole a été transmise au BRGM le 2 mars 2016 (cf. annexe 2).

Le protocole proposé a pour objet de définir un cadrage et de préciser les modalités des missions qui seront réalisées dans le cadre du suivi. Il se concentre sur le « *suivi visuel de l'évolution des talus situés sur la colline du mont Baduel vis à vis des risques d'effondrement ou d'ensevelissement, le temps que les études en cours à la DEAL puissent délimiter avec la plus grande précision les zones directement concernées par un de ces phénomènes* ».

Dans le document présenté, les procédures de déclenchement des rondes des surveillances sont précisées. Le rythme proposé est le suivant :

1. En période nominale (temps sec) : lundi matin et jeudi matin.
2. En période pluvieuse (météo humide, sans état de vigilance) : lundi matin, mercredi matin, vendredi matin.
3. En période de vigilance (pour un événement « pluies ») + 24h00 après la fin de la période de vigilance: tous les matins.

NB : le nombre de rondes proposé paraît un peu élevé, notamment par temps sec. Tel que cela avait été proposé dans les versions précédentes du protocole, une analyse quotidienne des données pluviométriques des stations météo de l'île de Cayenne devrait être réalisée à minima (données de la veille et de l'avant-veille). La réinstallation d'une station pluviométrique sur le Mont Baduel sera de ce fait nécessaire pour améliorer le protocole. Si la pluviométrie de l'une des stations est égale ou supérieure à 100 mm sur 24 heures ou 150 mm sur 48 heures, l'agent chargé du suivi devra alors se rendre sur le Mont Baduel pour effectuer les contrôles visuels prévus par le protocole.

Par ailleurs, dans le cadre du protocole, sept zones identifiées sur l'ensemble du secteur ont été qualifiées de « zones à observer » pour les opérations de contrôle. Elles sont numérotées zone 1 à zone 7 et ont été déterminées sur la base de l'étude de GIPEA-GSI réalisée en 2009 (R322.09, hiérarchisation des habitats exposés, cf. Illustration 7).

Toutefois, dans le cadre de la mise en place du protocole simplifié de surveillance, l'EMIZ a identifié deux zones complémentaires sur la base de nouveaux aménagements observés ces dernières années (cf. zones 8 et 9, l'illustration 7).

Dans l'ensemble de ces zones identifiées, différents types d'indices d'évolution à observer sont proposés dans le protocole. Ils sont listés comme suit :

- Détachement et glissement vers le bas d'une partie du talus observé ;
- Gonflement du sol en pied de talus ;
- Apparition de fissures nouvelles, ou de marche (dénivellation) en tête de talus ;
- Apparition de fissures nouvelles sur les constructions signalées par les occupants ;
- Portes ou fenêtres qui ne ferment plus signalées par les occupants des constructions ;
- Chutes d'arbres ;
- Inclinaison anormale des arbres ;
- Apparition d'une source (une source est identifiée à environ 250 m au nord-ouest de la zone d'étude. Il s'agit a priori d'un aquifère de socle) ;
- Érosion importante de talus sous l'action de l'eau.

NB : Les indices suivants concernant des modifications anthropiques pourraient être ajoutés : Terrassement ou modification de terrassement ; Détection de fuites d'un réseau (AEP, EP, EU, ...) ; Débordement et/ou divagation des eaux du réseau pluvial.

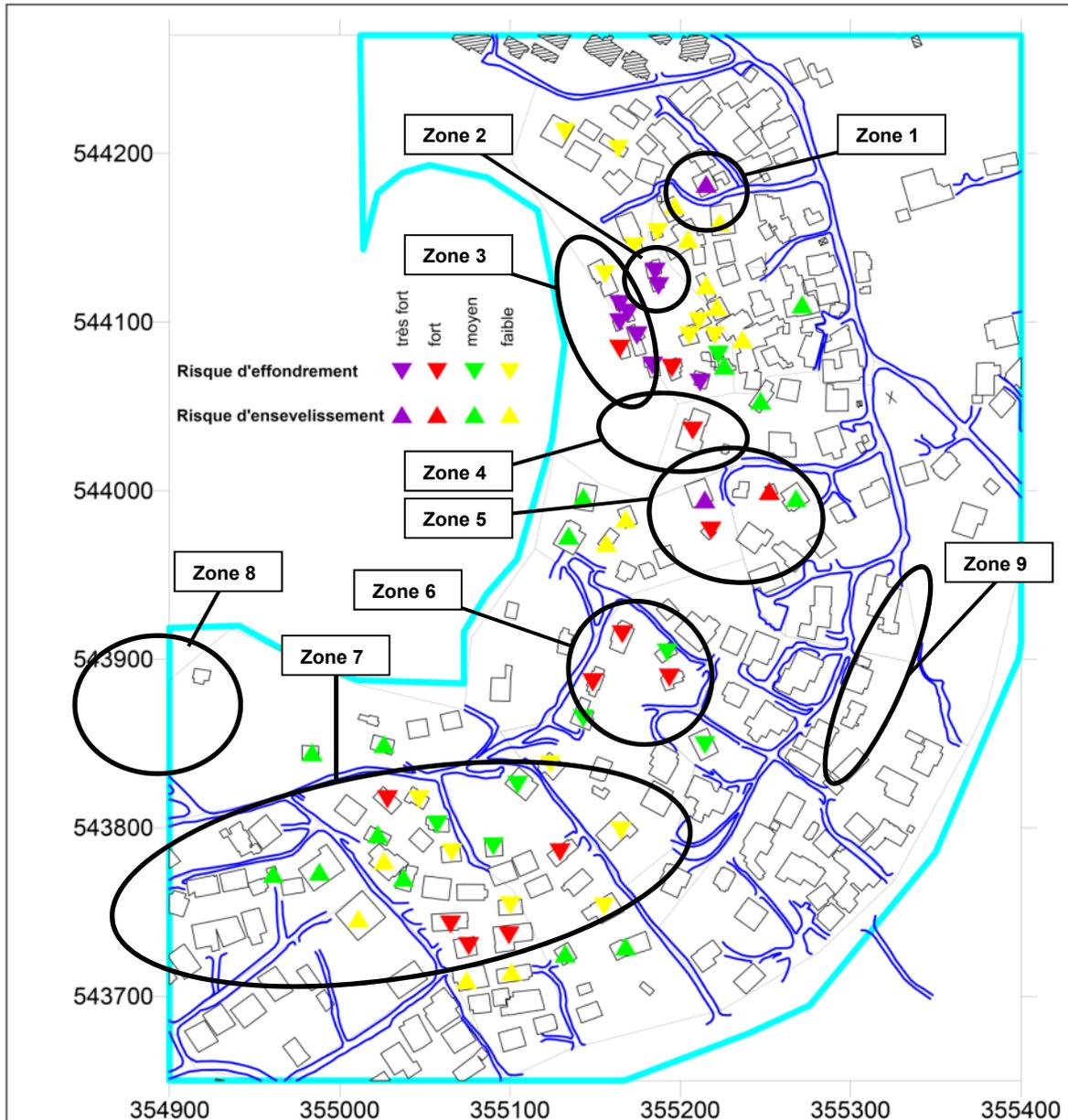


Illustration 7 – Repérage des niveaux de risque d'effondrement ou d'ensevelissement des bâtiments (D'après GIPEA-GSI – R322.09)

Références utilisées dans le cadre du protocole pour identifier les zones prioritaires à observer

Après chaque ronde, un compte rendu des opérations est réalisé par les agents qui ont effectué la visite. Ces deniers comprennent la reprise d'une fiche présentée dans l'annexe 3 du protocole (cf. § 6.1), accompagnées d'illustrations photographiques.

En cas de menace détectée touchant un secteur limité, le protocole prévoit de faire appel à la DEAL et au BRGM pour envisager de caractériser la menace et de déterminer le cas échéant une période durant laquelle la menace sera persistante.

NB : *Dans le cadre de ce protocole de surveillance et en cas de détection d'un indice d'évolution par les services de la mairie de Cayenne, la DEAL et le BRGM ne pourront établir une caractérisation de la menace et déterminer sa durée de persistance sur la base unique d'observations visuelles. Ces éléments devront nécessairement être définis dans le cadre d'une étude détaillée à prévoir par les services concernés.*

Le cas échéant, une procédure de mise à l'abri des habitants menacés sera mise en œuvre.

Par ailleurs, le protocole prévoit qu'une fois la période de menace écoulee, la procédure doit être établie sur la base d'une expertise.

4. Mission du BRGM

4.1. LE RISQUE MOUVEMENTS DE TERRAIN SUR LE MONT BADUEL

Dans le cadre de la mission d'appui qui a été confiée au BRGM, et dans le but de sensibiliser les agents des services de la ville de Cayenne, une séance de travail préliminaire en salle de réunion a été proposée en préalable à l'accompagnement pour une visite de terrain.

Elle a pour but à la fois de fournir des éléments de langage aux personnes qui seront affectées à aux rondes de surveillance mais également de permettre aux agents de la ville de Cayenne, qui ne sont pas des professionnels des risques gravitaires, d'être mieux avertis vis-à-vis des phénomènes redoutés.

Le diaporama réalisé par le BRGM à cette occasion est présenté en Annexe 2 du présent rapport (cf. § 6.2).

Dans cette séance d'information, un préambule général sur les différents types d'instabilités gravitaires a été réalisé. Ensuite, un accent particulier a été mis sur les glissements de terrain, phénomènes particulièrement redoutés sur le mont Baduel, leur cinématique ainsi que leur ampleur supposée (non avérée).

En effet, si la principale crainte réside dans l'occurrence d'un mouvement de terrain de grande ampleur affectant tout ou partie d'un versant (tel que celui survenu sur le Mont Cabassou à Rémire-Montjoly en avril 2000), ceux qui sont de plus faibles amplitudes, comme ceux observés sur le Mont Baduel ces dernières années (cf. § 2.4), peuvent également avoir des conséquences fortement dommageables et entraîner des pertes matérielles voire humaines.

Quoiqu'il en soit, et pour l'ensemble des phénomènes redoutés, le non-respect des règles de l'art en termes de construction et d'aménagement entraîne un accroissement non négligeable du risque sur le Mont Baduel (absence de gestion des eaux, terrassements incontrôlés, etc.).

4.1.1 Surveillance des évènements de grande ampleur

Compte tenu de l'aménagement illégal qui fragilise la stabilité d'ensemble de la colline, on ne peut en aucun cas exclure la survenue d'évènements exceptionnels sur le flanc Sud-est du mont Baduel, à l'image de la catastrophe de Cabassou en avril 2000 sur la commune de Rémire-Montjoly.

Toutefois, les évènements extrêmes, même s'ils ne peuvent être prédits et anticipés dans leur ampleur, sont néanmoins généralement précédés de signes annonciateurs ou, tout du moins, de signes d'instabilité (fissures dans le terrain, déformations des sols, végétation penchées, endommagement des structures rigides, petit glissements de terrain, etc.).

Sous cette hypothèse, en l'absence de signe annonciateur avéré, aucun mouvement de terrain de grande ampleur ne semble être amorcé sur le Mont Baduel (rapport BRGM/RP-58749-FR, et dernières visites réalisées dans le cadre de la présente expertise).

Toutefois, de nombreux indices ne peuvent être observés et/ou détectés au vu des conditions d'aménagement du secteur, à savoir :

- L'absence d'entretien des réseaux ;
- Des voiries fortement altérées ;
- Des bâtiments mal construits, fissurés ;
- Difficultés d'accès ;
- Végétation ;
- etc.

De ce fait, la surveillance des mouvements de terrain de grande ampleur n'est pas aisée, de manière générale, et en particulier dans le secteur.

Dans l'attente d'une étude en cours de réalisation par la DEAL et le BRGM sur la stabilité du mont Baduel vis-à-vis des mouvements de terrain de grande ampleur (conclusions et rapport attendus pour fin juin 2016), une surveillance visuelle permettant, le cas échéant, de repérer l'apparition de signes éventuels d'évolution est nécessaire. Il demeure entendu que cette surveillance est insuffisante à l'échelle du versant (cf. suivi inclinométrique 'profond', suivi piézométrique, etc.).

4.1.2 Surveillance des glissements d'ampleur limitée

Entre 2010 et 2012, un programme de surveillance visant notamment à surveiller les événements d'ampleur limitée (glissement de talus) avait été initié et mis en place. Ce programme avait été proposé par GIPEA-GSI en 2009 et comprenait le suivi à l'aide d'appareils de mesures (inclinomètres, piézomètres) Cependant, aucun suivi ne semble avoir été pérennisé (pas ou peu de données existantes), et les installations sont devenues pour la plupart non fonctionnelles (destruction, vandalisation, etc.).

Les glissements d'ampleur limitée se produisent le plus souvent après une période pluvieuse. Indépendamment du rôle érosif (régressive après incision) des eaux de ruissellement, particulièrement aux niveaux des ruptures de pentes, ces glissements résultent de la réduction des caractéristiques mécaniques des matériaux soumis à l'infiltration des eaux pluviales ainsi que de l'augmentation, consécutive à ces infiltrations, des pressions interstitielles dans les niveaux saturés.

La rupture apparaît le plus souvent soit au niveau du contact colluvions/altérites, soit quelques décimètres sous ce contact.

Ce type d'instabilité concerne des volumes limités et localisés (de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres cubes), comme cela s'est déjà produit dans un passé récent sur le Mont Baduel, le long des talus et à l'amont de plateformes aménagées (cf. § 2.4). Au droit du secteur étudié, **l'aléa glissement superficiel est donc élevé.**

L'importance de recensement et de repérage de ce type d'instabilité est soulignée par GIPEA-GSI (2009) puisqu'il est montré que « *la stabilité générale du versant est fortement affaiblie lorsque l'on opère des travaux successifs d'excavation, même s'ils sont individuellement limités dans l'espace* ». Ces glissements selon leur localisation peuvent en effet engendrer un déséquilibre progressif de masse à l'échelle du versant (suppression de butée de pied à l'instar de terrassements localisés).

NB : le protocole de surveillance vise à détecter l'évolution des signes d'instabilité et n'a pas pour but de faire une étude détaillée et exhaustive des sites à risques, ni de proposer des recommandations précises en matière de sécurisation. Celles-ci doivent être précisées dans le cadre d'études complémentaires spécifiques.

4.2. INDICES A OBSERVER ET REPERAGES DES SITES

Comme le prévoit le protocole, les zones d'observation ont été identifiées sur la base de l'étude GIPEA-GSI de 2009 (R-322-09), utilisée comme document de référence pour hiérarchiser le niveau de risque par rapport aux enjeux qui existaient en 2009. Deux secteurs complémentaires ont également été nouvellement identifiés par l'EMIZ en 2016 (cf. § 3).

Pour la présente expertise, ce sont donc principalement les zones nommées de 1 à 9 qui ont été visitées. Certains talus ont été identifiés comme points d'arrêts qui feront l'objet de relevés systématiques (talus un peu raides à proximité d'habitations). Le BRGM ne garantit pas l'exhaustivité des enjeux cités ni des talus dangereux identifiés.

Lors de la reconnaissance visuelle réalisée pour la présente expertise, les difficultés d'accès à certaines habitations n'ont pas permis de visualiser l'ensemble des sites considérés à risque de manière exhaustive. Une réflexion devra être menée afin de permettre aux agents municipaux d'avoir accès aux sites qui n'ont pas pu être reconnus, soit pour y établir un suivi, soit de manière à considérer une absence de risque.

4.2.1 Les signes visuels caractéristiques à observer

Les signes visuels observables et qui peuvent être considérés comme significatifs en termes d'identification d'une instabilité sont listés dans le document du protocole (cf. § 3 + annexe au § 6.1). Ces derniers sont accompagnés de schémas illustratifs permettant de distinguer les signes à repérer lors des visites.

Cette liste doit être considérée comme référence pour le suivi. Pour illustrer, ci-dessous quelques exemples de ces signes visuels observables (cf. Illustration 8).

La dimension des éléments observés est généralement caractéristique de l'ampleur des phénomènes redoutés (fissures plus importantes pour un glissement majeur qui va affecter plusieurs dizaines de milliers de mètres cubes, que pour un glissement de talus de quelques mètres cubes, etc.).

De ce fait les signes annonciateurs pour **les glissements les plus modestes** ne sont pas toujours visibles et sont parfois même inexistantes. En effet, ces mouvements **ont lieu le plus souvent de manière très brutale** et peuvent donc ne pas être prévenus avant l'évènement.



Illustration 8 – planche photographique : exemples de signes visuels observables

Niche d'arrachement (a) – fissure en tête de talus (b) - dénivellation (c) – glissement d'une partie du talus (d) – apparition d'une source (e) – érosion sous l'action de l'eau (f) – fissures dans le bâti (g)

4.2.2 Description des zones à observer

<u>Zone 1</u>

Le talus identifié en risque d'ensevelissement très fort par GIPEA-GSI en 2009 semble être d'une hauteur inférieure à 1,5 m. Son accès reste cependant peu aisé. La localisation exacte de ce talus pourrait être à vérifier auprès du groupement de sociétés GIPEA-GSI.

Par ailleurs, les habitations dans cette zone 1 sont très regroupées. L'absence des occupants empêchant l'accès entraîne une accessibilité très réduite aux talus dans ce secteur.

A priori pas de reconnaissance possible sans accès chez les propriétaires.

Zone 2

Cette zone est située en aval immédiat de la zone 3 qui a fait l'objet de destruction en 2009, suite au glissement du 1^{er} juin.

Plusieurs maisons sont situées en pied de talus de plusieurs mètres de hauteur de pentages 1H/2V à subverticaux (cf. Illustration 9).

L'accès à certains de ces talus est complexe en raison des clôtures mises en place par les habitants.



Illustration 9 – exemple de deux maisons situées dans la zone 2

(En haut : même habitation côté aval/côté amont ; les eaux pluviales sont directement versées dans le talus,

En bas : photo prise par-dessus une clôture en tôle – pas d'autre accès possible)

Le suivi dans la zone 2 pourra se faire a minima au niveau de ces deux habitations talus dont les coordonnées géographiques sont indiquées sur les photos.

Zone 3

Les habitations identifiées dans cette zone par l'étude GIPEA-GSI de 2009 ont fait l'objet de destructions suite au glissement du 1^{er} juin 2009 (zone située en amont du glissement). Les enjeux ont donc été supprimés.

Dans cette zone, le suivi pourra être focalisé sur le suivi d'une éventuelle régression de l'ancien glissement (celui du 01/06/2016). Cet indice est repéré dans le cadre du suivi de la zone 4 (cf. Page suivante).

Zone 4

La zone 4 correspond à la zone du glissement du 1^{er} juin 2009 : niche d'arrachement d'environ 7 m à 10 m de large sur 12 à 15 m de hauteur sur une couverture peu épaisse.

Les habitations situées en amont et en aval de ce glissement ont déjà fait l'objet de destruction.

Une nouvelle habitation précaire s'est récemment installée en aval au droit d'une maison détruite.



*Illustration 10 – Planche photo du glissement du 1^{er} juin 2009
(À gauche : photo prise en juin 2009 / à droite : photo prise en mars 2016)*

Le suivi de la zone 4 pourra se faire par reconnaissance à la fois depuis l'amont et l'aval du secteur affecté par le glissement (points GPS, cf. Illustration 10).

Des vestiges d'appareils installés entre 2010 et 2012 pour la surveillance ont été identifiés en amont du glissement.

Zone 5

Les habitations sont très groupées dans cette zone. De plus, la présence de clôtures entraîne une accessibilité aux talus assez réduite.

La reconnaissance réalisée dans ce secteur est restée très limitée. Lors des visites, il faudra étudier la possibilité de questionner les habitants pour obtenir un accès aux talus.

Zone 6

L'accès aux talus est limité dans ce secteur. La reconnaissance est donc restée très limitée. Lors des visites, il faudra étudier la possibilité de questionner les habitants pour obtenir un accès aux talus.

Zone 7

On dénombre quelques talus situés proches des habitations et qui doivent être surveillés.

Les accès à ces talus sont parfois complexe (accès chez l'habitant), et parfois recouverts de végétation. Les signes d'évolution ne seront de ce fait pas nécessairement détectés aisément.



Illustration 11 – Exemple de talus observés dans la zone 7

Le suivi dans la zone 7 pourra se faire à minima au niveau des talus dont les coordonnées géographiques sont indiquées sur les photos. Cependant, une visite plus exhaustive dans le secteur peut-être utile en fonction de la présence des habitants au moment de la réalisation des rondes.

Zone 8

Sur la zone 8, on note la présence de plusieurs talus instables situés en aval de nouvelles habitations recensées.

On y remarque une forte érosion avec un important sous-cavage et des arbres déracinés en tête.



Illustration 12 – talus en forte érosion à proximité d'une habitation

(Photos du même secteur prise depuis l'aval, à gauche ; et depuis l'amont, à droite)

Des chutes d'arbres peuvent survenir dans ce secteur, à l'amont d'une piste en latérite présentant un trafic piétonnier et/ou motorisé important (lieu de passage entre le Baduel/secteur Tigre et le quartier Ploërmel).

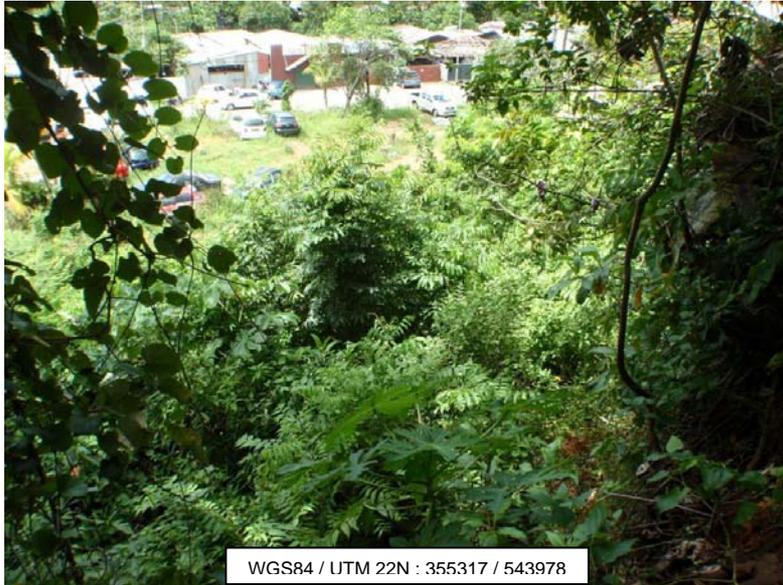
On note par ailleurs, le déversement anthropique des eaux pluviales directement en tête de ces talus. Une vigilance particulière est donc demandée dans cette zone qui pourrait évoluer à court terme.

Le suivi de la zone 8 pourra se faire par reconnaissance à la fois depuis l'amont et depuis l'aval des talus identifiés.

Zone 9

La zone 9 correspond au talus subvertical de 5 m à 12 m de hauteur situé en bordure de la route de Tarzan où ont eu lieu les glissements du 7 juin 2009 et du 4 février 2012.

Certaines habitations situées en amont de ce glissement ont déjà fait l'objet de destruction.



Le talus concerné est assez difficile d'accès. Il est fortement végétalisé et partiellement recouvert de débris de constructions en tête, notamment dans la partie Nord.

Le suivi de ce talus apparaît de ce fait assez complexe en l'absence de visibilité.

Toutefois, il faudra vérifier la présence d'évolution au niveau de cette végétation et des terrains situés en tête (glissements, arbres penchés, etc.).

La présence d'écoulements d'eau, dans le talus dans la mesure du possible et en aval devra être surveillée (suintements, sources).

4.3. LES LIMITES DU PROTOCOLE

4.3.1 Le repérage des zones

La mission qui a été confiée au BRGM vise l'accompagnement des services de la ville de Cayenne dans le cadre de la mise en place des rondes de surveillance des mouvements de terrain sur le mont Baduel.

En accord avec la DEAL Guyane, cet appui elle a été construit sur la base d'une sensibilisation des agents aux problématiques de glissements de terrain ainsi que par un appui méthodologique pour une meilleure approche de terrain dans le contexte du mont Baduel.

Cependant, certaines réserves doivent être émises, notamment concernant l'exhaustivité de ce suivi.

En effet, le suivi visuel de signes d'instabilités pour les glissements de grande ampleur ne peut pas être réalisé de manière détaillée, notamment en raison des conditions d'aménagement du secteur (cf. § 4.1.1).

De plus, la présente mission d'appui du BRGM n'a pas pour but de faire une étude détaillée et exhaustive des sites à risques vis-à-vis du glissement d'ampleur modérée. Cela devra être précisé dans le cadre d'une étude complémentaire spécifique. Un certain nombre de talus n'a pas été repéré dans les zones prévues par le protocole pour des raisons d'accessibilité (cf. § 4.2.2). La disposition ou l'état d'autres talus ne permettent pas non plus de réaliser un diagnostic visuel suffisant (présence de végétation, de débris, etc.).

4.3.2 Les Actions de la DEAL et du BRGM

Si une menace sur habitat est détectée au cours des rondes, le protocole révisé précise que la DEAL et le BRGM caractérisent la menace et déterminent une période de persistance de cette dernière.

Sur ce point, le BRGM tient à alerter les services de l'Etat ainsi que les services municipaux de la ville de Cayenne, qu'une menace, dans le cas où elle puisse être anticipée, ne pourra pas nécessairement être caractérisée sans le concours de mesures spécifiques de terrain et/ou l'installation d'instruments de surveillance.

A ce titre et pour pouvoir répondre de manière pragmatique à un problème qui nécessiterait des expertises spécifiques et détaillées, un risque de glissement ne pourra être écarté que lorsque les périodes de fortes précipitations seront terminées, et ce après un délai dont l'amplitude n'est pas aisé à préciser.

4.3.3 La mise en sécurité des personnes et des biens

Le non-respect des règles de l'art en termes de construction et d'aménagement a pour conséquence d'augmenter les risques. Ainsi, la rupture localisée d'un certain nombre de talus peut porter atteinte à la sécurité des personnes et des biens, leur rupture pouvant survenir de manière brutale. Ainsi, la mise en sécurité des personnes et des biens peut ne pas être menée suffisamment à temps.

Pour limiter le risque de glissement, notamment d'ampleur modérée, le BRGM privilégie les solutions de réduction du risque. Il s'agit par exemple, d'une reprise du système de gestion des eaux de surface, de la mise en œuvre de protections contre l'érosion, de l'édification de mur de soutènement et/ou de confortement, etc.

5. Recommandations

5.1. SURVEILLANCE DES GLISSEMENTS DE GRANDE AMPLEUR

En ce qui concerne les instabilités de versants, bien que les dommages attendus soient importants, aucun indice n'a été relevé jusqu'alors. Quel que soit le moyen utilisé, l'objectif reste de déceler d'éventuels indices précurseurs de glissement actif : déformations, cicatrices d'arrachement, niches d'arrachement, fissures, bourrelets, arbres inclinés... et de pouvoir ainsi suivre l'évolution morphologique du terrain.

Il est à noter qu'une étude visant à caractériser le risque de mouvements de terrain de grande ampleur est en cours de réalisation par la DEAL et le BRGM (rapport attendu pour fin juin 2016). Pour ce type de phénomène, un certain nombre de recommandations seront alors proposées en vue de la surveillance du Mont Baduel.

Pour ce type d'instabilité d'ampleur, un suivi instrumental adapté est à coupler à un suivi visuel. Son objectif vise à établir un repérage des instabilités déjà recensées et un contrôle de leur évolution. Des visites ponctuelles devront également être réalisées suivant d'éventuelles alertes à considérer (cf. pluviométrie, piézométrie, etc.).

En l'absence de signes de mouvements de grande ampleur déclarés et dans le cas d'un suivi ciblé sur les zones considérées comme présentant le risque le plus élevé, on ne peut exclure l'apparition d'instabilités dans des zones non couvertes par le suivi instrumental. C'est la raison pour laquelle un suivi visuel régulier est indispensable pour espérer prévenir toute instabilité évolutive. **La population doit être sensibilisée par ailleurs afin qu'elle signale aux autorités toute situation suspecte** (déformation des terrains, apparition de fissures, désordres aux constructions et aux aménagements, ...).

5.2. SURVEILLANCE DES GLISSEMENTS DE FAIBLE AMPLEUR

Entre 2010 et 2012, un système de surveillance à l'aide d'instrument (piézomètres, inclinomètres), avait été mis en place par la mairie de Cayenne sur la base de recommandations établies par GIPEA-GSI (R-322.09).

Actuellement, son utilisation est impossible au vu de son état dégradé. Une vérification ainsi qu'une maintenance appropriée est de ce fait nécessaire en vue de sa remise en fonctionnement.

En ce qui concerne les glissements superficiels au niveau de talus existants et en l'absence de la mise en service de ce réseau de mesure, un suivi visuel apparaît nécessaire.

Cependant, vu les niveaux de risque élevés, un tel suivi n'apparaît plus suffisant. Les aléas restant globalement limités dans l'espace, des mesures de réduction du risque peuvent être envisagées, soit en réduisant la vulnérabilité des enjeux (déplacement des populations concernées), soit à travers des mesures de réduction de l'aléa. Ces mesures sont à concevoir de manière globale sur l'ensemble du site avec notamment :

- Un réseau de drainage permettant de canaliser et de récupérer les eaux pluviales sur l'ensemble du mont Baduel ;
- Un drainage des plateformes et des talus vis-à-vis des eaux de ruissellement (protection vis-à-vis de l'infiltration en tête des talus, récupération, canalisation puis évacuation vers un exutoire adapté) ;
- Un soutènement et drainage des talus les plus abrupts et de hauteur > 1,5 m dans les colluvions et > 4 m dans les argiles tâchetées (cf. recommandations pour les terrassements en général dans le règlement du PPR mouvement de terrain de l'île de Cayenne).

Enfin, la pertinence de la remise en état d'un système de surveillance pour le suivi de phénomènes de petite ampleur doit être étudiée au regard :

- de la cinétique des événements qui surviennent la plupart du temps de manière brutale ;
- de la mise en place de travaux de confortement et de protection, qui auront l'avantage d'éliminer le risque, au moins en partie.

6. Annexes

6.1. ANNEXE 1 : PROTOCOLE SIMPLIFIE DE SUIVI VISUEL DU MONT BADUEL (VERSION DU 02/03/2016)



MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR

PROTOCOLE SIMPLIFIÉ DU SUIVI VISUEL DU MONT BADUEL

ENTRE

La préfecture de région Guyane

La commune de Cayenne

1) Objet du protocole

La présente note a pour objet de définir les modalités de suivi visuel de l'évolution des talus situés sur la colline du mont Baduel vis à vis des risques d'effondrement ou d'ensevelissement, le temps que les études en cours à la DEAL puissent délimiter avec la plus grande précision les zones directement concernées par un de ces phénomènes.

2) Déclenchement des opérations de suivi visuel

Les rondes de surveillance sont réalisées sur le rythme suivant :

1. En période nominale (temps sec) : lundi matin et jeudi matin.
2. En période pluvieuse (météo humide, sans état de vigilance) : lundi matin, mercredi matin, vendredi matin.
3. En période de vigilance (pour un événement « pluies ») + 24h00 après la fin de la période de vigilance: tous les matins.

Elles seront réalisées par les agents identifiés ci après :

1. Le personnel de la brigade urbanisme de la mairie (6 agents).
2. Les experts du BRGM (premières rondes).
3. Renforcés par un ou deux agents de l'EMIZ lors des périodes de vigilance, sur demande du directeur sécurité prévention de la mairie.

3) Opérations de contrôle

Les zones à contrôler sont numérotées de 1 à 7 sur la photo aérienne jointe en annexe 02. En cas de constat d'indice d'évolution des zones observées, l'agent effectue des photos de ces indices.

- Les évolutions à observer sont les suivantes (cf illustrations page suivante) :
- Détachement et glissement vers le bas d'une partie du talus observé(figure A)
- Gonflement du sol en pied de talus.....(figure A)
- Apparition de fissures nouvelles, ou de marche (dénivellation) en tête de talus(figure A)
- Apparition de fissures nouvelles sur les constructions signalées par les occupants (figure A)



- Portes ou fenêtres qui ne ferment plus signalées par les occupants des constructions
- Chutes d'arbres.....(figure B)
- Inclinaison anormale des arbres(figure B)
- Apparition d'une source
- Érosion importante de talus sous l'action de l'eau (figure C)



Figure B

Figure A

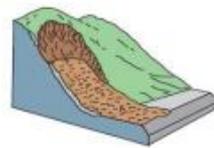


Figure C

Figures extraites de « Landslide Types and Processes Fact Sheet 2004-3072 - July 2004 – USGS ».

4) Compte rendu des opérations.

Le compte rendu de chacune de ces rondes comprendra :

1. Une fiche (annexe 3 du protocole + situation MTO du moment).
2. Des photos de chaque site veillé.

La transmission devra ensuite être assurée par mail :

1. A la mairie.
2. A l'EMIZ.
3. A la DEAL.

Coordonnées de la permanence de l'Etat Major Interministériel de la Zone de Défense (EMIZ):

Numéros de téléphone :

- en semaine, **06 94 39 45 00** (standard de la préfecture).
- le week-end et jours fériés, **06 94 42 46 64** (portable d'astreinte).

Mail : « emzd@guyane.pref.gouv.fr ».



5) Procédure à suivre en cas de menace détectée (touchant un secteur limité).

Si une menace sur habitat est détectée au cours des rondes, la procédure suivante sera appliquée :

1. Faire appel à la DEAL et au BRGM pour caractériser la menace (rapport écrit), en indiquant la période durant laquelle la menace sera persistante.

Si elle est confirmée :

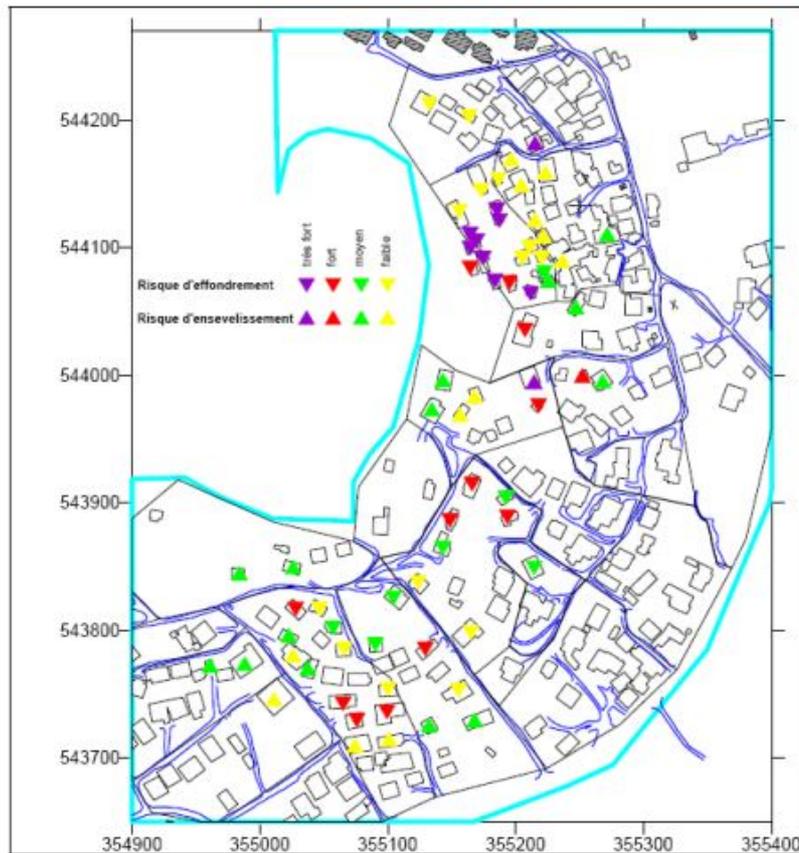
1. Sur la base du code général des collectivités territoriales et du code de la sécurité intérieure, mettre à l'abri les personnes (application du PCS).
2. Si la personne refuse l'évacuation, signature d'une lettre de décharge (à élaborer par l'EMIZ).
3. Une fois la période de menace écoulee, sur la base d'une expertise DEAL/BRGM :
 - a. La menace détectée ne s'est pas concrétisée, le danger est écarté = retour des personnes chez elles.
 - b. Le phénomène craint s'est déclenché : au regard du code de l'urbanisme, le bâti est alors en péril imminent (car directement impacté), la destruction est alors possible et incontestable.



ANNEXE 01 :

Qualification de l'Aléa

rapport GIPEA 2009



ANNEXE 02 :

Numérotation des zones à observer

(photo BRGM)



ANNEXE 03 :

Compte rendu des évolutions observées :

Établi par : le à H

Dans la zone :

INDICES CONSTATES

	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Détachement et glissement vers le bas d'une partie du talus observé <input type="checkbox"/> Gonflement du sol en pied de talus <input type="checkbox"/> Apparition de fissures nouvelles, ou de marche (dénivellation) en tête de talus <input type="checkbox"/> Apparition de fissures nouvelles sur les constructions signalées par les occupants
---	--

<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Chutes d'arbres <input type="checkbox"/> Inclinaison anormale des arbres 	
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Érosion importante de talus sous l'action de l'eau
---	---

- Portes ou fenêtres qui ne ferment plus signalées par les occupants des constructions
- Apparition d'une source

Conditions météorologiques :

Observations :

A transmettre par mail à :
 « emzd@guyane.pref.gouv.fr »
 « police@ville-cayenne.fr »
 « Aurelie.lotte@developpement-durable.gouv.fr »



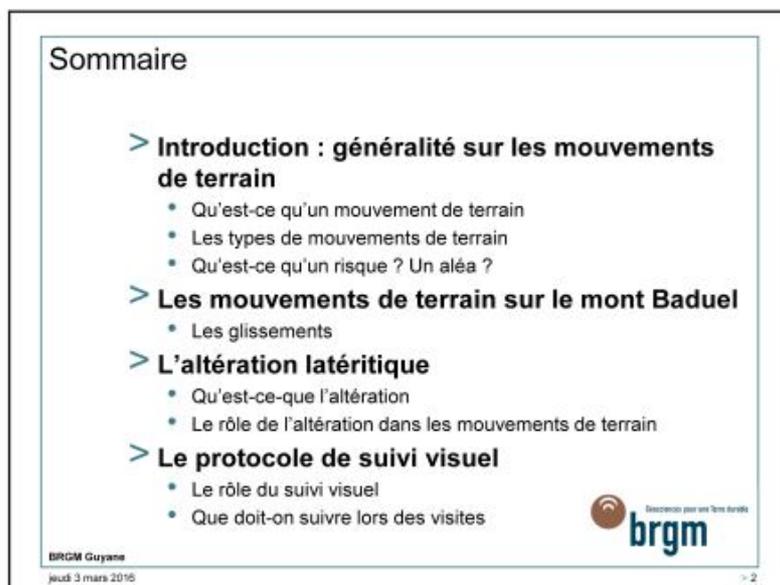
Fait en deux exemplaires.

A Cayenne, le 2016.

<p>Le Préfet de la région Guyane</p>	<p>Madame le Maire de Cayenne</p>
---	--



6.2. ANNEXE 2 : PRESENTATION DISPENSEE PAR LE BRGM LE 2 MARS 2016



Introduction : généralité sur les mouvements de terrain

> **Qu'est ce qu'un mouvement de terrain ?**

- Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique.
- A l'exception du retrait gonflement des sols argileux, les mouvements de terrain sont dits « gravitaires » c'est-à-dire qu'ils ont pour moteur principal la force de gravité, la pesanteur.
- Il est conditionné par différents facteurs de prédisposition naturel (relief, nature géologique, hydrogéologie, ...)
- Il peut résulter d'un ou plusieurs facteurs déclenchant : sollicitation sismique, action de l'eau, action de l'homme.

 BRGM
Recherche pour une Terre durable

BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016 > 3

Introduction : généralité sur les mouvements de terrain

> **Qu'est ce qu'un mouvement de terrain ?**

- Deux grandes catégories de mouvements de terrain suivant la vitesse de déplacement
 - processus lents et continus
 - événements rapides et discontinus

Échelle cinématique

Très lent : 1 mm/an à 12 mm/an
Lent : 1 mm/mois à 50 mm/mois
Moyen : 1,5 mm/jour à 0,1 m/jour
Rapide : 4 mm/h à 10 m/h
Très rapide : 2,5 m/s à 10 m/s

 BRGM
Recherche pour une Terre durable

BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016 > 4

Introduction : généralité sur les mouvements de terrain

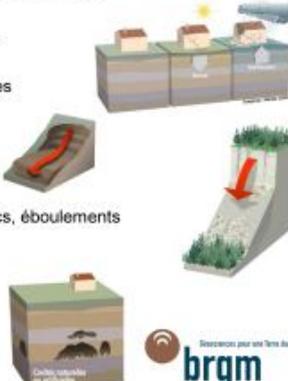
> Types de mouvement de terrain

MOUVEMENTS LENTS

- Affaissements / Tassements
- Glissement (fluage)
- Retrait-gonflement des argiles
- Erosion des sols

MOUVEMENTS RAPIDES

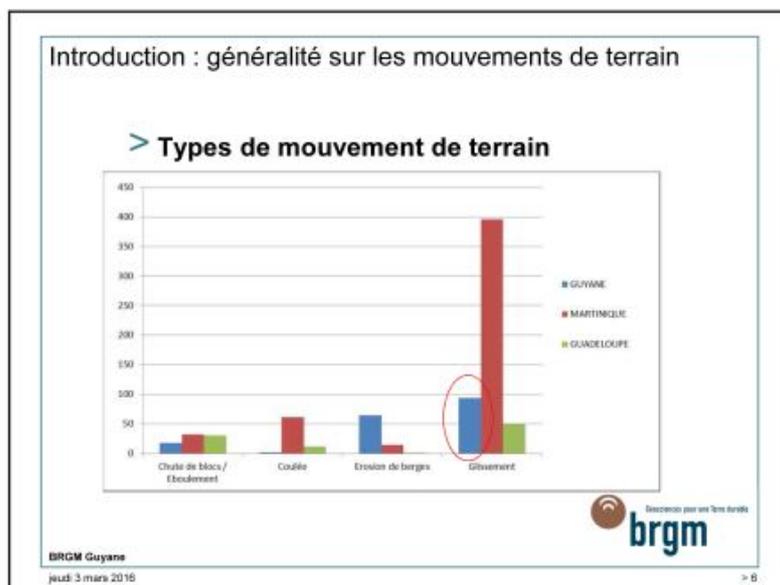
- Glissements
- Chutes de pierres ou de blocs, éboulements
- Coulées boueuses
- Effondrements de cavités
- Erosion de berges
- Liquéfaction des sols



BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016

BRGM
Recherche pour une Terre durable

> 5



Introduction : généralité sur les mouvements de terrain

> **Qu'est ce qu'un risque ? Un aléa ?**

- Risque = Aléa x enjeux exposés

CABASSOU



BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016

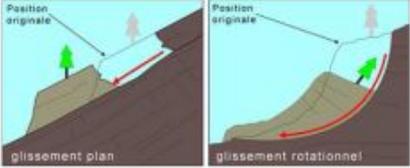
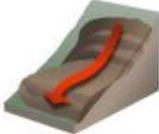
BRGM
Recherche pour une Terre durable

> 7

Les mouvements de terrain sur le mont Baduel
- Les glissements -

> **Qu'est-ce qu'un glissement de terrain ?**

- Déplacement généralement lent (de quelques millimètres par an à quelques mètres par jour) sur une pente, le long d'une surface de rupture
- Extension variable, allant du simple glissement de talus (quelques mètres cubes) au mouvement de grande ampleur pouvant concerner l'ensemble d'un versant (plusieurs millions de mètres cubes)



BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016

BRGM
Recherche pour une Terre durable

> 8

Les mouvements de terrain sur le mont Baduel

- Les glissements -

Facteurs permanents (= de prédisposition, de susceptibilité)	Facteurs variables dans le temps (= déclenchant, aggravant)
<p>La pesanteur est le moteur du glissement ;</p> <p>L'eau diminue la résistance au frottement, modifie les caractéristiques de certains matériaux et augmente le poids des terrains.</p> <p>La nature des terrains (lithologie) conditionne directement leur sensibilité au glissement (marnes, argiles, substratum schisteux, alternance matériaux tendres et rocheux) ;</p> <p>La structure des terrains, c'est-à-dire l'empilement des couches géologiques (stratigraphie) et les discontinuités (fracturation, failles, joints de stratification), est déterminante pour l'apparition d'une surface de rupture ;</p> <p>La penne régit directement l'équilibre des efforts mécaniques.</p>	<p>Les précipitations agissent sur le facteur permanent qu'est l'eau dans le sol en augmentant les pressions interstitielles et la mise en charge des terrains ;</p> <p>Le sapement du pied de glissement (anthropique, ...) qui entraîne son activation ;</p> <p>Les séismes provoquent des vibrations qui peuvent être responsables du déclenchement de glissements ;</p> <p>De nombreux glissements ont pour origine les actions humaines (terrassements, rejets, fuites ou pompages d'eau, les surcharges, etc.)</p>



Recherches pour une Terre durable

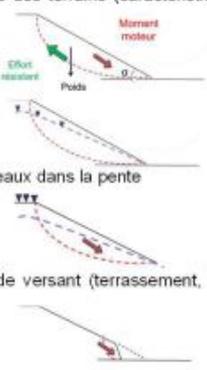
jeudi 3 mars 2016 > 9

Les mouvements de terrain sur le mont Baduel

- Les glissements -

> Facteurs d'instabilité

- la pente α et la nature des terrains (caractéristiques mécaniques et épaisseur)
- la circulation d'eau
- le rejet incontrôlé des eaux dans la pente
- suppression du pied de versant (terrassement, incision lié au rejet d'eau..)





Recherches pour une Terre durable

BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016 > 10

Les mouvements de terrain sur le mont Baduel
- Les glissements -

> Les indices de surface

Cicatrice en tête
Niche d'arrachement

Escarpement

Fissures

Bourrelet en pied

BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016

brgm
Recherches pour une Terre durable

> 11

Les mouvements de terrain sur le mont Baduel
- Les glissements -

> Exemples

**Soleil Levant,
Le François,
Martinique**

Nov 2004
14 maisons évacuées

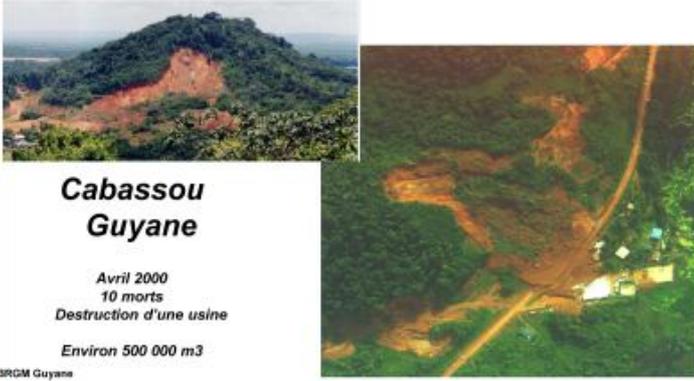
BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016

brgm
Recherches pour une Terre durable

> 12

Les mouvements de terrain sur le mont Baduel
- Les glissements -

> Exemples



**Cabassou
Guyane**

Avril 2000
10 morts
Destruction d'une usine
Environ 500 000 m³

BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016 > 13

L'altération latéritique

> Qu'est-ce-que l'altération

- L'altération sous l'action de l'eau modifie la composition chimique, minéralogique et les propriétés physiques d'une roche.
- Ainsi, le moteur principal de l'altération est l'hydrolyse des minéraux de la roche, accompagnée de la mise en solution et le lessivage des éléments chimiques les plus solubles qui la constituait (K, Na, Mg, Ca..).
- Les éléments non lessivés forment de nouveaux minéraux, pour l'essentiel des argiles, des oxydes et des hydroxydes
- Le sommet concentre les éléments les moins mobiles, Al et Fe



BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016 > 14

L'altération latéritique

> **Qu'est-ce-que l'altération**

Diminution des caractéristiques mécaniques



Augmentation de la proportion de minéraux argileux

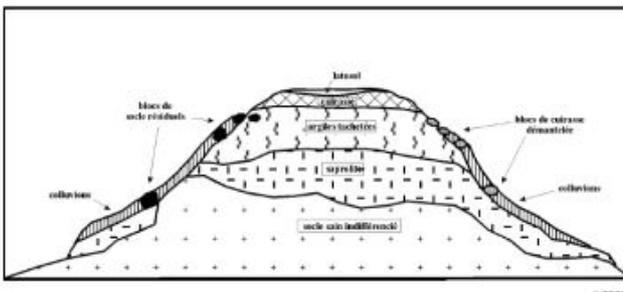


BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016

> 15

L'altération latéritique

> **Le rôle de l'altération dans les mouvements de terrain**



© BRGM



BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016

> 18

Le protocole de suivi visuel

> **Le rôle de la surveillance visuelle**

- Aucun glissement profond n'est a priori réellement amorcé
 - Pas de signes visuels observé (cf. Cabassou : signes annonciateurs)
 - Difficulté pour l'instrumentation
 - **suivi visuel nécessaire** (attente d'une étude BRGM en 2016)
- Quelques glissements récents localisés sur des talus (2009-2012)
 - Glissements superficiels :
 - ne donneront pas les conséquences de Cabassou
 - N'excluent pas de causer des pertes matérielles voire humaines
 - Difficulté pour la prévision de ces mouvements souvent brutaux et sans nécessairement de signes annonciateurs
 - suivi visuel nécessaire (
 - sensibilisation auprès de la population

BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016

 Recherche pour une Terre durable
brgm

> 17

Le protocole de suivi visuel

> **Le rôle de la surveillance visuelle**

- Réaliser des visites fréquentes pour détecter les éventuelles évolutions du site surveillé
 - prise de photos
- Relever la position des indices d'instabilité rencontrés
 - Prise points GPS;
 - Prise de photos;
 - Descriptif détaillé des indices et du proche environnement
- Alerter en cas d'amorce de glissement

BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016

 Recherche pour une Terre durable
brgm

> 18

Le protocole de suivi visuel

> **Quels sont les signes d'instabilité**

- **Instabilité majeure : sur l'ensemble du site**
 - Niche d'arrachement
 - Fissuration et/ou déformation de la chaussée
 - Déformation des sols
 - Présence de bourrelet
 - Arbres penchés
 - Endommagement des structures rigides
 - Petits glissements de terrain localisés
 - ...
- **Instabilité ponctuelle ou localisée : au niveau des talus**
 - En tête des talus : fissures, affaissement des structures rigides
 - Dans le talus : petits glissement de peau, suintements, végétation penchée
 - En pied de talus : petits éboulements
 - ...

BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016

Recherches pour une Terre durable
brgm

> 19

Le protocole de suivi visuel

> **Exemples de sites du mont Baduel**

- **Sur le terrain : pas de signe d'évolution de la niche d'arrachement de juin 2009**



BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016

Recherches pour une Terre durable
brgm

> 20

Le protocole de suivi visuel

> Exemples de sites du mont Baduel



BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016

BRGM
Recherche pour une Terre durable

> 21

Le protocole de suivi visuel

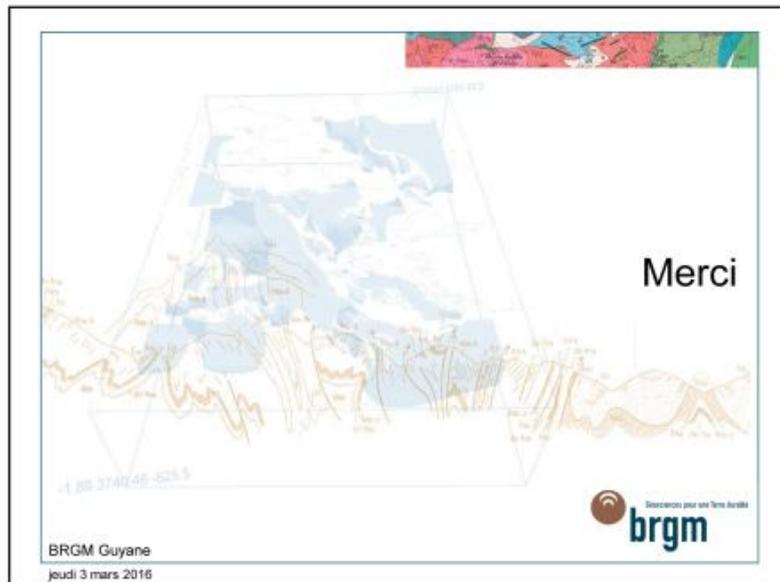
> Exemples de sites du mont Baduel



BRGM Guyane
jeudi 3 mars 2016

BRGM
Recherche pour une Terre durable

> 22





Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France
Tel. 02 38 64 34 34

Direction régionale Guyane
Domaine de Suzini – route de Montabo
BP 552 – 97333 Cayenne – France
Tél. : 05 94 30 06 24