

Document public

Exposition de la RD242 (route d'Ilet à Cordes) aux risques naturels et propositions de sécurisation

Rapport de phase 1 – Analyse préliminaire du
linéaire routier et niveau d'exposition

RP-59175-FR

Novembre 2010

Document public

Exposition de la RD242 (route d'Ilet à Cordes) aux risques naturels et propositions de sécurisation

Rapport de phase 1 – Analyse préliminaire du
linéaire routier et niveau d'exposition

RP-59175-FR

Novembre 2010

PSP 08 REU 22
Fiche SP 09 RISE 09

C. GARNIER, J. TAQUET

Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM

Ce document a été vérifié par :

Approbateur :

Nom : J.L. Nédellec

Date :

Signature :

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

Mots clés : Mouvements de terrain, instabilités, RD242, sécurisation, Cilaos, Ilet à Cordes, chute de blocs, éboulements, Ile de la Réunion.

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

GARNIER C, TAQUET J. (2010) – Exposition de la RD242 (route d'Ilet à Cordes) aux risques naturels et propositions de sécurisation – Phase 1 Analyse préliminaire du linéaire routier et niveau d'exposition. Rapport BRGM/RP-59175-FR, 53 p., 35 fig., 2 tab., 3 ann.

© BRGM, 2010, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Sommaire

1. Introduction	9
2. Approche retenue et données exploitées.....	11
2.1. CARACTERISATION DE L'ALEA	11
2.2. DONNEES EXPLOITEES	11
3. Contexte physique général	13
3.1. CONTEXTE MORPHOLOGIQUE	13
3.2. CONTEXTE PLUVIOMETRIQUE	18
3.3. CONTEXTE HYDROLOGIQUE	19
3.4. CONTEXTE GEOLOGIQUE	21
3.4.1. Contexte général	21
3.4.2. Formations rencontrées.....	23
4. Inventaire des mouvements de terrain	31
4.1. DONNEES HISTORIQUES RECENSEES	31
4.1.1. Base nationale des mouvements de terrain.....	31
4.1.2. Indices géomorphologiques.....	33
4.1.3. Suivi géodésique	36
4.2. TYPOLOGIE DES PHENOMENES MENAÇANT LA ROUTE	37
4.2.1. Les phénomènes « classiques » à cinématique rapide	38
4.2.2. Les phénomènes à cinématique rapide de type coulées boueuses ou laves torrentielles.....	41
4.2.3. Les mouvements de grande ampleur à cinématique lente	42
5. Sectorisation des tronçons routiers	43
5.1. METHODOLOGIE APPLIQUEE	43
5.2. DECOUPAGE DU TRACE ROUTIER.....	43
5.3. NIVEAUX D'ALEAS	44
5.4. PRESENTATION DES SECTEURS	46
5.5. REPARTITION STATISTIQUE DU NIVEAU D'ALEA SUR LA RD242	47
5.5.1. Tronçon A	47
5.5.2. Tronçon B	47
5.5.3. Tronçon C	48

5.5.4. Tronçon D	48
5.5.5. Tronçon E	49
5.5.6. Tronçon F	49
6. Conclusion	51
7. Bibliographie	53

Liste des annexes

Annexe 1 Recensement des phénomènes historiques sur la RD242.....	55
Annexe 2 Exposition de la RD242 aux aléas mouvements de terrain	57
Annexe 3 Fiches de synthèse des tronçons étudiés.....	59

Liste des figures et/ou tableaux

Figure 1 : Localisation du linéaire de la RD242 (fond topographique IGN Scan25).....	9
Figure 2 : Tracé de la RD242 et localisation des points repères PR (fond topographique IGN Scan25)	14
Figure 3 : Vue générale du contexte morphologique de la RD242, approximativement entre le PR 2 et le PR 5	15
Figure 4 : Vue générale du contexte morphologique de la RD242, approximativement entre le PR 7 et le PR 9	15
Figure 5 : Secteur du Cap La Rouille vers le PR 8	17
Figure 6 : Cartographie des bassins versants situés à l'amont de la RD242 (fond TOPO IGN)	19
Figure 7 : Vue générale de la Ravine Bras Rouge et de son bassin d'alimentation.....	20
Figure 8 : Extrait de la cartographie géologique du Cirque de Cilaos au 1/10 000 (BRGM - 2008)	22
Figure 9 : Coulée de lave à olivine de la phase II du Piton des Neiges, PR 6 + 500.....	24
Figure 10 : Coulées de basalte à olivine ancien, rive gauche de la Ravine la Rouille.....	24
Figure 11 : Dyke décamétrique de microsyénite, PR 7 + 200.....	25
Figure 12 : Dépôts d'avalanche de débris, PR 6 + 600.....	26
Figure 13 : Schéma des instabilités potentielles liées aux intrusions basaltiques.....	26
Figure 14 : Dépôts de glissement récent (brèche II), PR 6 + 900 (au Nord du Piton de Sucre)	27
Figure 15 : Dépôts de glissements récents et d'avalanche de débris, vers le PR 7	27
Figure 16 : Mégablocs d'avalanche de débris, PR 4 + 400	28
Figure 17 : Dépôts de colluvions de pente, PR 4 + 400.....	28
Figure 18 : Formations de colluvions de pente, PR 3	29
Figure 19 : Zone de colluvions de fond de vallée, Ravine Ferrière, PR 2 + 500	30
Figure 20 : Localisation des phénomènes historiques et traces d'instabilités recensées dans la base de données BDMVT (fond topographique IGN Scan25).....	32
Figure 21 : Cartographie des principales formes d'érosion et des mouvements de grande ampleur à proximité de la RD242 constatées après le passage du cyclone Hyacinthe en 1980 (sources : M. Humbert, 1981 - Rapport BRGM).....	33
Figure 22 : Zone potentielle de glissement en masse en rive gauche de Bras Rouge, sur intrusion magmatique.....	35
Figure 23 : Zone potentielle de glissement en masse, sous l'arête de l'Îlet Fleurs Jaunes.....	36
Figure 24 : Localisation et numéro des points géodésiques suivis sur la RD242	37
Figure 25 : Impacts de chute de blocs sur la chaussée.....	38
Figure 26 : Eboulement obstruant la RD242 vers le PR 2+400, à l'occasion du passage de Gamède en 2007	39
Figure 27 : Processus érosifs affectant le versant aval au niveau de Cap Tuf.....	40

Figure 28 : Processus érosifs affectant le versant aval au niveau du Cap la Rouille	40
Figure 29 : Recouvrement de la RD242 sur près de 200 m provoqués par des écoulements à fort charriage dans la Ravine la Rouille – début 2010 (cliché UTR Sud)	42
Figure 30 : Répartition de l'aléa mouvement de terrain - tronçon A	47
Figure 31 : Répartition de l'aléa mouvement de terrain - tronçon B	47
Figure 32 : Répartition de l'aléa mouvement de terrain - tronçon C	48
Figure 33 : Répartition de l'aléa mouvement de terrain - tronçon D	48
Figure 34 : Répartition de l'aléa mouvement de terrain - tronçon E	49
Figure 35 : Répartition de l'aléa mouvement de terrain - tronçon F.....	49
Tableau 1 : Recensement des principaux phénomènes consignés dans la BDMVT	31
Tableau 2 : Identification des tronçons d'étude sur la RD242	46

1. Introduction

La RD242 relie le centre-ville de Cilaos au village d'Ilet à Cordes, situé dans la partie occidentale du cirque. Créée au début des années 1970 (entre 70 et 74), elle constitue la dernière des routes ouverte pour désenclaver les écarts habités du Cirque de Cilaos, et représente pour l'Ilet à Cordes le seul accès routier pour ce village accueillant aujourd'hui plus de 400 habitants. La RD242 constitue par ailleurs un axe routier à caractère « touristique » très marqué, accueillant ainsi un trafic non négligeable.

Situé au pied d'imposants versants sur les 10 km environ de son linéaire, cette infrastructure est régulièrement affectée, depuis sa réalisation, par des instabilités d'ampleur très variable, qui pour certaines ont entraîné l'isolement du village d'Ilet à Cordes pendant plusieurs jours.

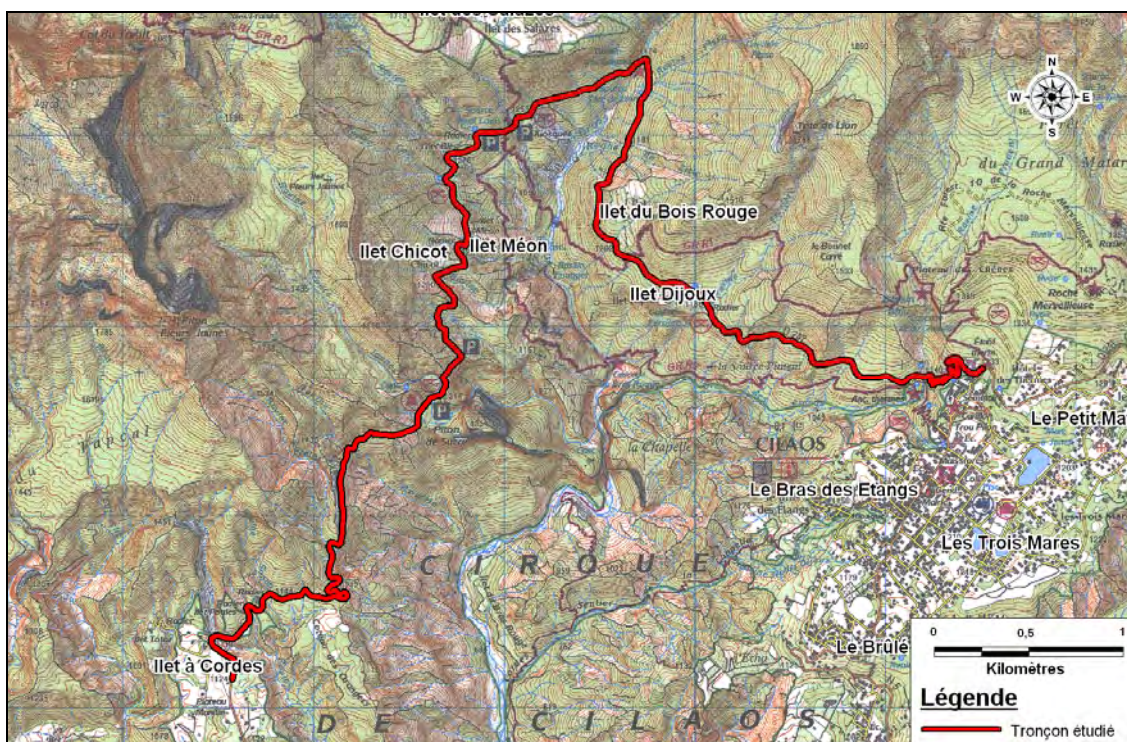


Figure 1 : Localisation du linéaire de la RD242 (fond topographique IGN Scan25)

Etant donné son exposition forte aux risques mouvements de terrain et dans le cadre des actions menées par le Conseil Général de la Réunion pour sécuriser le réseau routier des Hauts de l'île, le service des routes du Département a demandé au Service Géologique Régional du BRGM d'engager une étude sur l'exposition de cette infrastructure routière aux phénomènes naturels de type « mouvements de terrain » et sur les possibilités de sécurisation. Cette démarche s'inscrit dans le cadre de la convention de partenariat (année 2008) entre le Conseil général de la Réunion et le BRGM, et notamment de la fiche-action « Appui aux Département – protection des routes ».

Cette étude est conduite en deux temps :

- phase 1 : bilan des connaissances historiques et évaluation du niveau d'aléa mouvements de terrain auquel est exposé le tracé de la RD242 ;
- phase 2 : proposition et chiffrage de principes de mise en sécurité en envisageant plusieurs niveaux d'intervention.

Le présent rapport synthétise les éléments de rendu de la phase 1 de l'étude.

2. Approche retenue et données exploitées

2.1. CARACTERISATION DE L'ALEA

La caractérisation de l'aléa mouvements de terrain mise en œuvre dans cette phase 1 s'est déroulée en 3 étapes :

- dans un premier temps, un état des lieux détaillé des instabilités historiques et menaces existantes sur le tronçon routier a été fait, à partir :
 - o de la collecte des données existantes (données Conseil Général, BRGM, archives de journaux, etc.) ;
 - o des données routières relatives à la construction de la route, aux travaux et études engagés sur l'itinéraire routier concerné depuis sa construction ; de données historiques et événementielles concernant les phénomènes naturels ; de données géologiques, morphologiques, hydrologiques, hydrogéologiques ;
 - o de reconnaissances de terrain comprenant un examen géologique et géotechnique de l'itinéraire et de ses abords en vue de déterminer les principales formations rencontrées sur le tracé (coulées basaltiques, altérites, etc.) et un relevé des indices de mouvements de terrain afin de déterminer les zones de production et de propagation d'instabilités. Une reconnaissance hélicoptérée de l'itinéraire routier a été réalisée afin de compléter les connaissances qui ont pu être acquises depuis la route (repérage des zones « amont » génératrices de mouvements de terrain).
- dans un deuxième temps, ces données ont été interprétées afin de dégager une typologie des phénomènes naturels susceptibles d'affecter la zone d'étude.
- dans un troisième temps, un découpage du linéaire étudié en secteurs d'exposition homogène vis-à-vis des risques de mouvements de terrain (tronçon) a été proposé afin de faciliter la réflexion relative à sa sécurisation (phase 2).

2.2. DONNEES EXPLOITEES

Les fonds topographiques disponibles sur le tracé sont les suivants :

- BD Topo IGN 1997, 2003 et 2008 (courbes de niveaux, bâti) ;
- BD Ortho IGN 1997 ;
- BD Ortho IGN 2003 (photographies aériennes ortho-rectifiées) ;
- BD Ortho IGN 2008 (photographies aériennes ortho-rectifiées).

En ce qui concerne le recensement des phénomènes historiques, la Base de Données nationale des Mouvements de Terrain (BDMVT) a été exploitée. Gérée par le BRGM, elle recense une grande partie des mouvements de terrains historiques connus et des indices d'instabilités avérés (base de données alimentée jusqu'en 2002).

D'autres rapports BRGM ont été exploités :

- o **1995** : RD242 – Fissuration de la route des Thermes – Diagnostic géologique. Rapport BRGM 95 REU 44 ;
- o **1998** : Mouvements de terrain sur le tronçon routier Cilaos – Ilet à Cordes (RD242). Contexte physique et bilan des connaissances. Rapport BRGM R 40108 – 1998 ;
- o **1999** : Les mouvements de terrain de grande ampleur dans la partie nord du Cirque de Cilaos. Application à la route départementale 242. Rapport BRGM R 40916 – 99 SGR/OI 43 ;
- o **2000** : Mise en place d'un dispositif de suivi des mouvements de grande ampleur sur la RD242. Rapport BRGM RP 50114 FR – 2000 REU 08 ;
- o **2001** : Suivi des mouvements de terrain de grande ampleur dans les Cirques de Salazie et Cilaos. Bilan des travaux engagés de 1995 et 2000. Rapport BRGM/RP – 51105-FR-2001 SGR/REU 20 ;
- o **2001** : Suivi des déformations au cours de l'année 2000 – RD242 (route d'Ilet à Cordes) - Rapport BRGM/RP – 51106 – FR – 2001 SGR/REU 18.

3. Contexte physique général

3.1. CONTEXTE MORPHOLOGIQUE

Le tracé de la RD242 s'établit à une altitude moyenne supérieure à 1100 m, et se développe sur environ 10 km au pied d'imposants reliefs, vestiges du strato-volcan du Piton des Neiges et dominant la route bien souvent de plus de 1000 m, avec des pentes très redressées. Ainsi, plus de 80 % du tracé global circule à flanc d'un versant abrupt, avec des déclivités comprises entre 60° et 80° environ, aussi bien en amont qu'en aval de la chaussée.

Du point de vue morphologique, plusieurs grandes sections peuvent être dissociées (cf. figure 2) :

- dans la partie Est du linéaire de la RD242, sensiblement entre le PR 0 et le PR 1, les rampes des thermes de Cilaos correspondent à une succession de lacets permettant de franchir le versant rive gauche du Bras des Etangs, d'un dénivelé de près d'une centaine de mètres ;
- entre le PR 1 et le PR 3+200 environ (secteur Cap Tuf), la route se développe de façon assez rectiligne (uniquement recoupée par une demi-douzaine de ravines peu encaissées), selon un axe sensiblement Sud-Est / Nord-Ouest. La chaussée surplombe le fond du Bras des Etangs de 100 à 300 m de hauteur environ, tandis qu'en amont de la chaussée se trouvent une première ligne de versants de plusieurs centaines de mètres de hauts, assez raides, largement boisés, correspondant aux flancs sud des reliefs du Bonnet Carré et de la Tête de Lion notamment ;
- du PR 3+200 au PR 7 environ (dans le secteur du Pain de Sucre), la RD242 franchit les pentes d'encaissement de la Ravine Bras Rouge (approximativement jusqu'au PR 5), puis se développe au pied d'un versant abrupte orienté Nord / Sud, entaillé par de nombreuses ravines et dont la hauteur (au-dessus de la route) décroît progressivement vers le Sud de 700 m à 400 m environ ;
- du PR 7 jusqu'aux abords du PR 9, la route chemine plus ou moins à flancs de versants, dominant le fond du Bras Rouge d'une hauteur de plusieurs centaines de mètres (généralement de l'ordre de 500 m à 600 m). En amont de la route, alternent des versants (bien souvent peu boisés, voire entièrement « minéral ») surplombant directement la chaussée de plusieurs dizaines de mètres ou plusieurs centaines de mètres, mais toujours avec des pentes très redressées.
- la dernière section, qui s'étend des abords du PR 9 jusqu'à l'entrée dans le village de l'Ilet à Cordes, se caractérise par des pentes « aval » dans l'ensemble nettement moins marquées, même si la route franchit trois ravines affluentes de la Ravine Patience. En amont de la chaussée, la première « ligne » de versants présente des dénivelés très variables, d'une dizaine de mètres à près de 200 m.

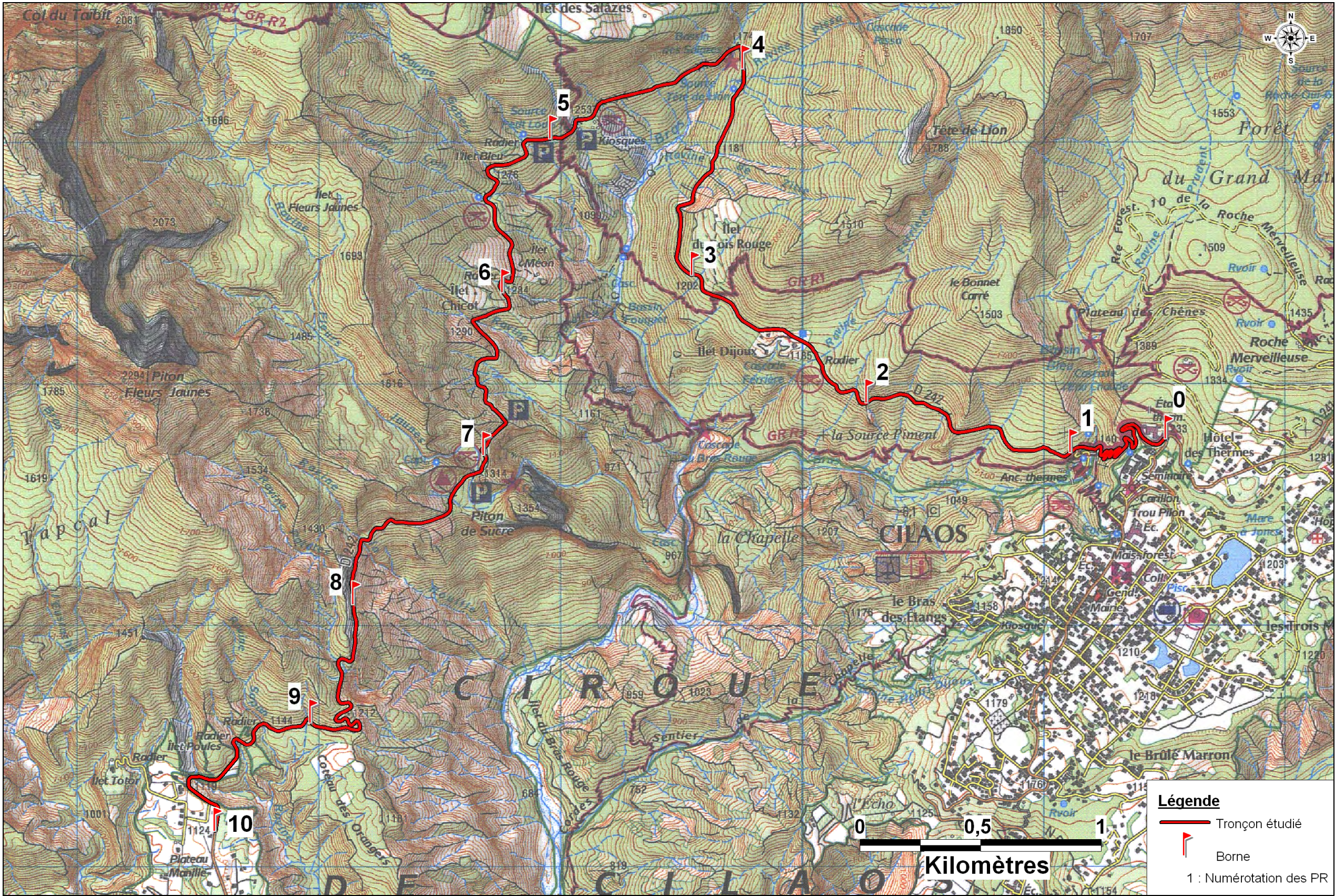


Figure 2 : Tracé de la RD242 et localisation des points repères PR (fond topographique IGN Scan25)

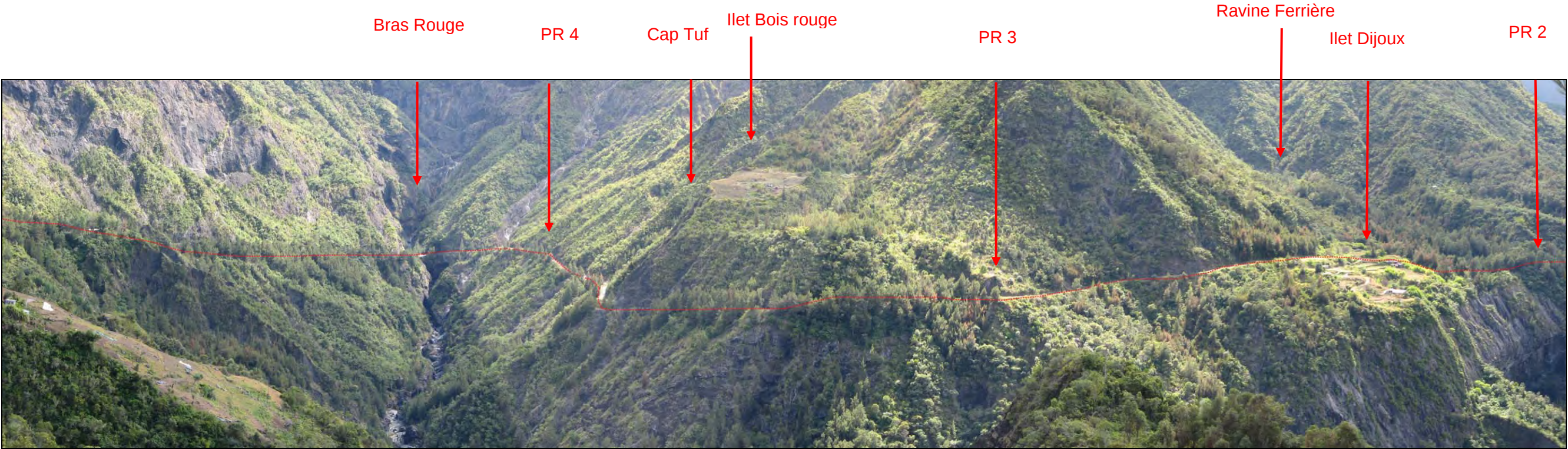


Figure 3 : Vue générale du contexte morphologique de la RD242, approximativement entre le PR 2 et le PR 5



Figure 4 : Vue générale du contexte morphologique de la RD242, approximativement entre le PR 7 et le PR 9



Figure 5 : Secteur du Cap La Rouille vers le PR 8

La RD242 traverse des zones abruptes, pratiquement dénudées de toute végétation et de fait soumises à une érosion active importante. D'autres secteurs sont densément végétalisés, et présentent des pentes plus modérées, aux alentours de 40° à 50°, en amont. Ces secteurs, principalement situés entre la Ravine Bras Rouge et les thermes de Cilaos, représentent moins de 10 % du linéaire.

3.2. CONTEXTE PLUVIOMETRIQUE

La RD242 est soumise à des conditions pluviométriques relativement homogènes sur l'ensemble de son tracé, avec des cumuls annuels moyens compris entre 2 000 mm et 2 500 mm selon les données Météo France (ce qui est supérieur aux précipitations enregistrées dans Mafate, et sensiblement inférieur à celles enregistrées dans le Cirque de Salazie). La pluviométrie est cependant très variable dans le temps et dans l'espace. Il peut ainsi exister, d'un point à un autre du tracé, des différences importantes au cours d'un même épisode pluvieux, du fait notamment des effets orographiques (exposition et encaissement par rapport aux remparts environnants, etc.).

A l'échelle du cirque de Cilaos, la zone d'étude est moins humide que la partie nord-est de la commune, arrosée à partir du coteau de Kerveguen par les alizés « chargées de pluie » venant de la côté orientale et « canalisées » par les plaines de Bébou-Bélouve.

Ces précipitations jouent un rôle majeur dans la déstabilisation des terrains, d'une part du fait du ravinement provoqué par le ruissellement intense des eaux superficielles, et d'autre part en raison de leur influence sur le comportement des formations géologiques en place. En effet, lorsque celles-ci sont gorgées d'eau, elles deviennent instables et peuvent être sujettes à des glissements de terrain ou à des éboulements. Les effets de l'eau sur la roche sont exacerbés lors de la saison des pluies, entre les mois de décembre et avril. Ils prennent toute leur ampleur pendant et à la suite de phénomènes climatiques plus violents (dépressions tropicales, cyclones), en raison de l'intensité et de la durée des épisodes pluvieux.

3.3. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

La RD242 recoupe de nombreux bassins versants, drainant les flancs nord du Cirque de Cilaos. La superficie de ces bassins d'alimentation est très variable, de l'ordre de 1 hectare à près de 630 hectares pour Bras Rouge.

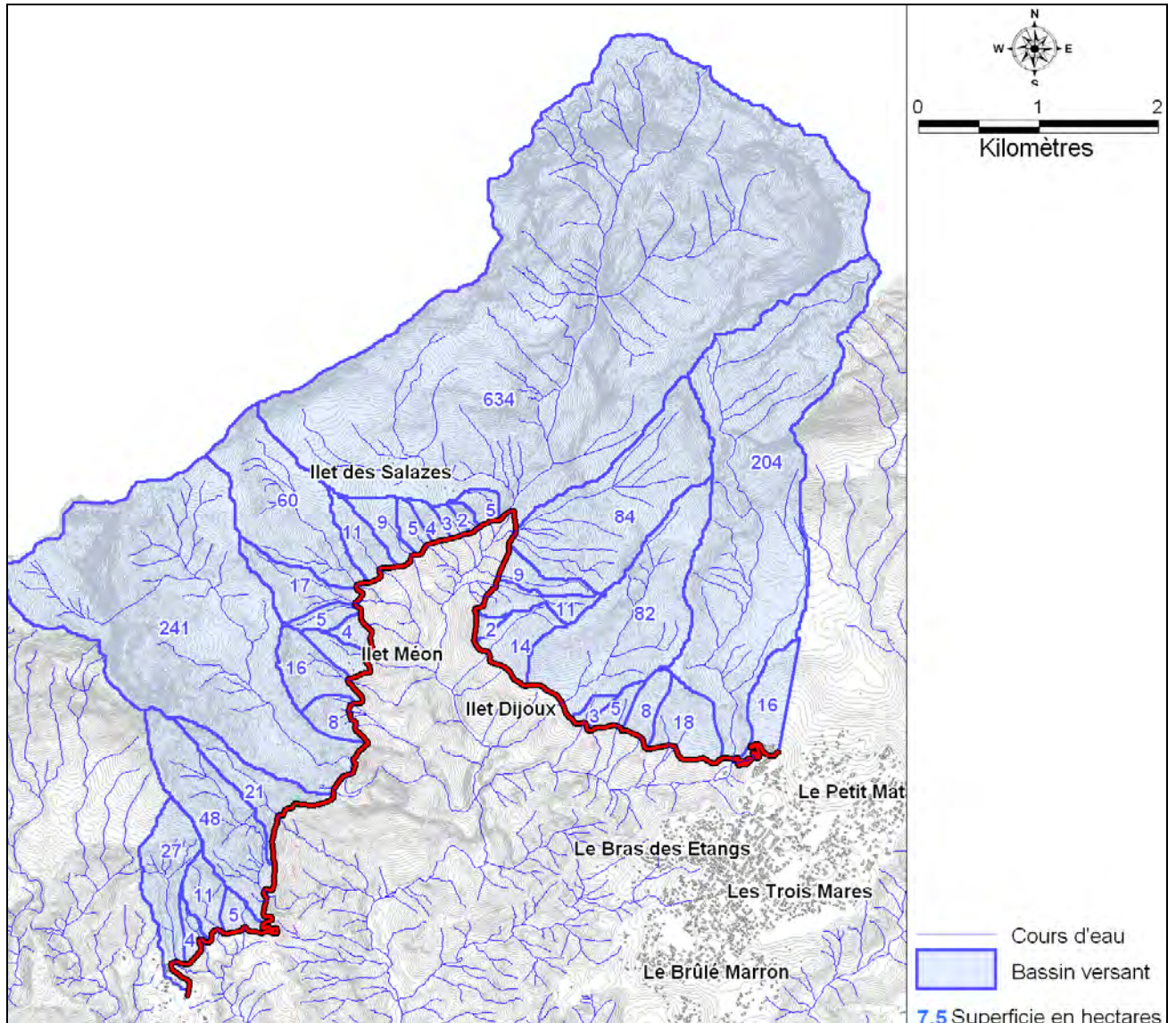


Figure 6 : Cartographie des bassins versants situés à l'amont de la RD242 (fond TOPO IGN)

Outre Bras Rouge qui draine le flanc ouest du Piton des Neiges et les pentes sud des Trois Salazes pour recouper la route vers le PR 4+200, les principaux bassins versant (cf. figure 6) interceptés par la RD242 sont :

- le Bras des Etangs qui recoupe la RD242 à proximité du PR 1;
- la Ravine Ferrière, drainant les pentes du relief de la Tête de Lion, avant d'intercepter la route à l'Est immédiat de l'Ilet Dijoux ;

- la Ravine Fleurs Jaunes, drainant les flancs du Col du Taïbit et du Grand Bénard avant de franchir la RD242 vers le PR 7+150 (secteur du Piton de Sucre).

Du point de vue hydraulique, les 10 km du tracé de la RD242 sont caractérisés par l'existence d'un grand nombre d'ouvrages de franchissement, plus d'une vingtaine de radiers et de l'ordre d'une dizaine de ponts dont les plus importants sont ceux assurant le franchissement du Bras des Etangs et de Bras Rouge.

On notera que à l'image du pont de Bras Rouge emporté à plusieurs reprises au début des années 1980 à la suite de la survenue d'un éboulement ayant mobilisé de l'ordre de 1 million de m³ en partie haute de bassin versant (cf. paragraphe 4) et ce malgré son gabarit imposant, ces ouvrages hydrauliques s'avèrent tous plus ou moins exposés aux conséquences directes ou indirectes (laves torrentielles résultant de la formation d'un embâcle, transport solide exceptionnel alimenté par une zone de glissement active ou un éboulement, etc.) d'éventuelles instabilités de grande ampleur pouvant survenir à plus ou moins grande altitude dans les remparts.



Figure 7 : Vue générale de la Ravine Bras Rouge et de son bassin d'alimentation

3.4. CONTEXTE GEOLOGIQUE

3.4.1. Contexte général

La grande majorité du tracé est implantée dans des formations de dépôts de glissements en masse, de coulées de débris et d'éboulis.

Les faciès bréchiques les plus représentés sont les faciès BI et BII :

- les brèches I (dépôts d'avalanche de débris de Cilaos), puissantes de plusieurs centaines de mètres, contiennent un grand nombre de blocs de taille centimétriques à pluri-hectométriques. La matrice de la brèche est plutôt silto-graveleuse, compacte, comprenant des éléments disjoints généralement de taille inférieure à 50 cm. Ce dépôt est grossièrement lité, légèrement incliné vers le sud sud-est. Les méga-blocs, de taille supérieure à plusieurs dizaines de mètres, sont répartis de manière inégale sur la RD 242. On les retrouve majoritairement au niveau du Rond de Bras Rouge ;
- les brèches regroupées sous l'appellation BII (dépôts de glissements récents) se sont mises en place après la formation des dernières coulées laviques de la phase IV et avant les coulées de la phase V de l'activité du Piton des Neiges. Elles remobilisent les brèches de type BI et sont donc constituées des mêmes matériaux. La matrice est de couleur « rouille » à « orangée » ce qui la démarque du faciès BI.

Les coulées de débris se présentent sous des formes très variées selon les matériaux mobilisés. La matrice peut être graveleuse, silto-sableuse ou silto-argileuse. Ces matériaux fortement hétérogènes sont généralement très instables et propices aux mouvements de terrain compte-tenu d'une matrice fine souvent prépondérante. En s'altérant, ces faciès prennent l'aspect de colluvions de pente.

Les flancs sud du Piton des Neiges sont caractérisés par un grand nombre d'intrusions magmatiques. De nombreux affleurements sont ainsi parcourus de dykes et de sills qui contribuent à déstructurer le matériel rocheux et ainsi à favoriser les instabilités. L'orientation globale de ces injections dans le cirque est de N55 E avec des familles N15 E et N30 E (Rapport BRGM/R 40916), avec des pendages parfois inférieurs à 60°.

Dans le faciès de brèche BII, les dykes sont systématiquement affectés par une fracturation intense.

La figure suivante replace le tracé de la RD242 au sein du contexte géologique du Cirque de Cilaos (cartographie BRGM au 1/10 000 issue du programme de recherche MVTerre).

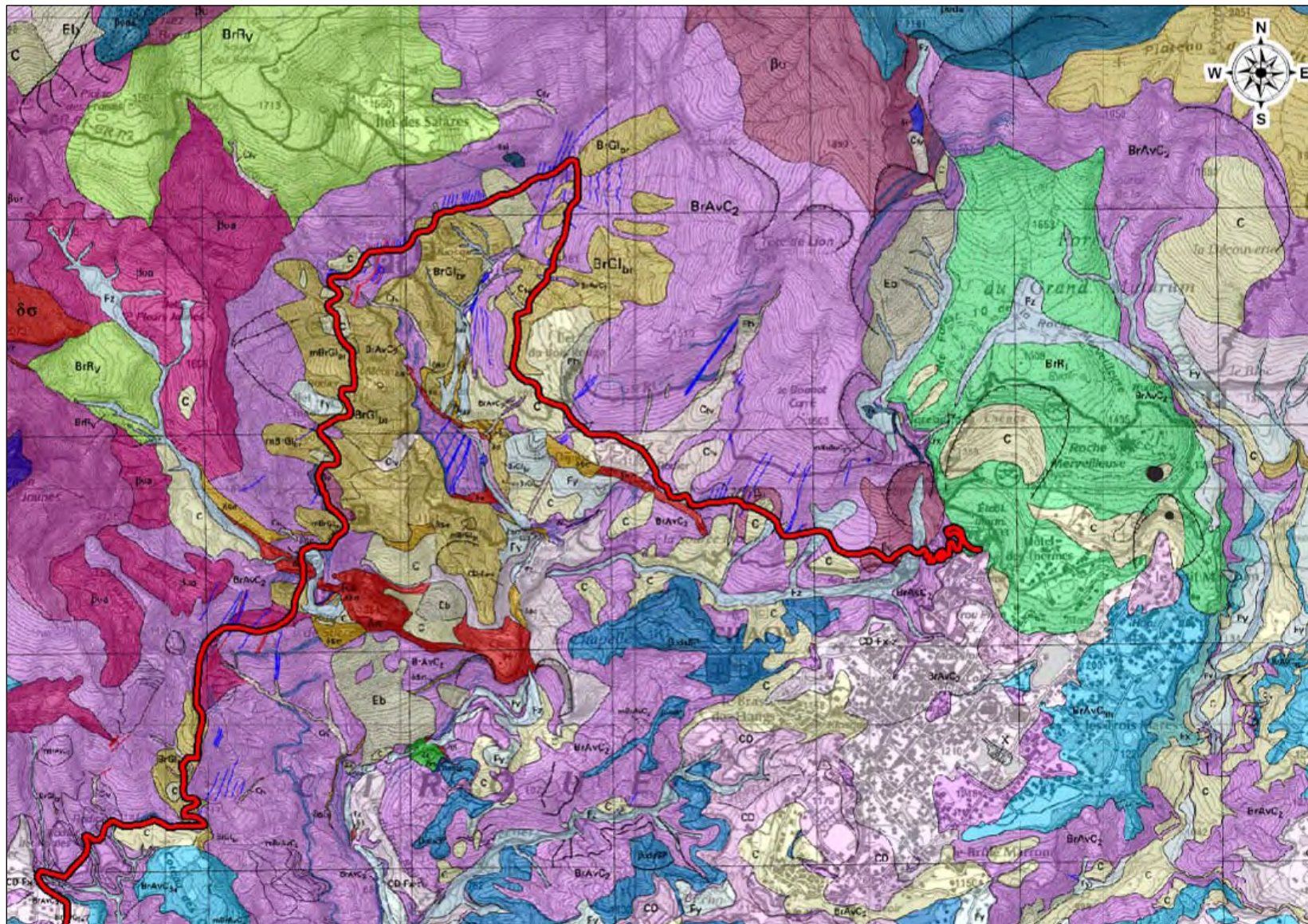


Figure 8 : Extrait de la cartographie géologique du Cirque de Cilaos au 1/10 000 (BRGM - 2008)

Légende :

FORMATIONS ALLUVIONNAIRES Fz Alluvions actuelles à subactuelles Fy Alluvions récentes Fx Alluvions anciennes CD-Fx+ Dépôt de coulées de débris et alluvions CD Dépôt de coulées de débris	FORMATIONS DE DÉMANTÈLEMENT mBrGr Dépôt de glissements récents mBrGr Dépôt de glissements récents - méga-bloc BrGr Brèche d'érosion récente mBrGr Brèche d'érosion récentes - méga-bloc BrGr Brèche d'Ilet Gros Galet BrGr Brèche de la Petite Caverne mBrGr Brèche de la Petite Caverne - méga-bloc BrGr Brèche du Bonnet de Prêtre - facies a BrGr Brèche du Bonnet de Prêtre - facies b mBrGr Brèche du Bonnet de Prêtre - méga-bloc BrGr Brèche de la Forêt des Chênes BrAvC Dépôt d'avalanche de débris d'Ilet à Cordes BrAvC Dépôt d'avalanche de débris du Bras de Banjoie BrAvC Dépôt d'avalanche de débris du Bras de Banjoie, blocs différenciés BrAvC Dépôt d'avalanche de débris de Cilaos mBrAvC Dépôt d'avalanche de débris de Cilaos - méga-bloc mBrPA Méga-bloc de la brèche de Cilaos avec comme roche d'origine : Basalte à Olivine récent mBrPA Méga-bloc de la brèche de Cilaos avec comme roche d'origine : Dépôt pyroclastique ancien mBrPA Méga-bloc de la brèche de Cilaos avec comme roche d'origine : Basalte à Olivine ancien BrAvC Dépôt d'avalanche de débris du Piton Gueule Rouge	DÉPÔTS PYROCLASTIQUES BrGr Brèche pyroclastique du Taïrit FORMATIONS EFFUSIVES Cônes de scories Laves différenciées tardives Laves différenciées précoces 1 - Basalte à Olivine 2 - Basalte à Olivine récent 3 - Basalte à Olivine ancien FORMATIONS PLUTONIQUES ET HYPOVOLCANIQUES Sill indifférencié Sill de microsyénite Sill de gabbro Dyke indifférencié Dyke de microsyénite Dyke de gabbro Dyke de basalte à olivine ÉLÉMENTS LINÉAIRES Contours indifférenciés Failles Chevauchements Closures d'arrachements Oreilles
---	---	--

3.4.2. Formations rencontrées

Les coulées de lave de la phase 2

Les affleurements de coulées de lave sont très peu représentés sur la route d'Ilet à Cordes. On les retrouve principalement entre le Piton de Sucre et Ilet Chicot (entre PR 6 et PR 7 approximativement), au contact des faciès d'avalanche de débris, et entre le Piton de Sucre et Cap la Rouille (entre PR 7+500 et PR 8 approximativement), principalement dans les versants en aval de la route.

Ces coulées sont formées de basalte aphyrique et de basalte à olivine, et sont caractérisées par une altération et une fracturation globalement relativement marquées. Elles sont par ailleurs traversées par un grand nombre de dykes et de sills.



Figure 9 : Coulée de lave à olivine de la phase II du Piton des Neiges, PR 6 + 500

Ces caractéristiques confèrent à ces matériaux une sensibilité marquée aux phénomènes de chutes de blocs, la taille des éléments dépendants notamment de l'épaisseur des coulées et de la densité de fracturation.



Figure 10 : Coulées de basalte à olivine ancien, rive gauche de la Ravine la Rouille

Formations plutoniques

Les sills et les dykes présents en grands nombres sur le linéaire constituent un ensemble de zones de faiblesses. Les filons basaltiques ont généralement une épaisseur entre 0,5 et 1 m. Ils présentent parfois une prismation perpendiculaire aux parois. La direction principale de ces filons est orientée N 10°.



Figure 11 : Dyke décamétrique de microsyénite, PR 7 + 200

Les filons trachytiques ou microsyénitiques, peu nombreux, ont généralement une puissance plurimétrique à décamétrique.

Les faciès brèchiques

Sous la terminologie de *faciès brèchique* sont rassemblés les dépôts d'avalanche de débris (brèche I) et les dépôts de glissements récents (brèche II).

Ce faciès est très largement représenté sur le linéaire de la RD242. Les ensembles brèchiques sont composés de blocs hétérogènes non granoclassés de nature lithologique différente. En fonction des affleurements, la proportion de blocs est extrêmement variable. Certains affleurement ne présentent quasiment pas de blocs (moins de 5%) tandis que d'autres secteurs sont composés essentiellement de méga-blocs (Rond de Bras Rouge).

Le faciès de brèche II présente une matrice de couleur rouille orangée qui permet de la distinguer du faciès de brèche I de couleur plus grisâtre.

De nombreux dykes, fortement fracturés, recoupent cette brèche dans les dépôts de glissements récents (cf. Figure 14). La nature friable des formations, liée à un grand nombre de dykes en pendage vers le versant aval, favorise les instabilités.

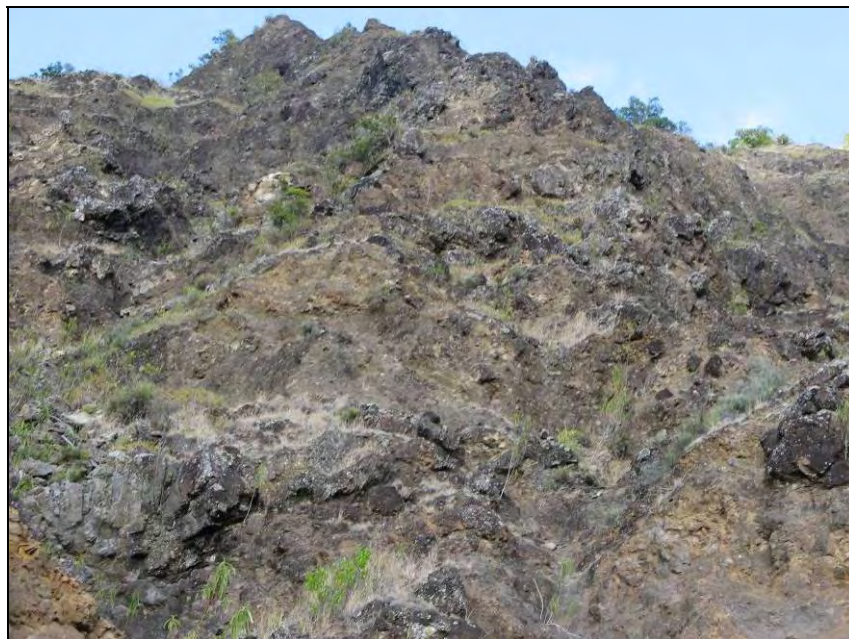


Figure 12 : Dépôts d'avalanche de débris, PR 6 + 600

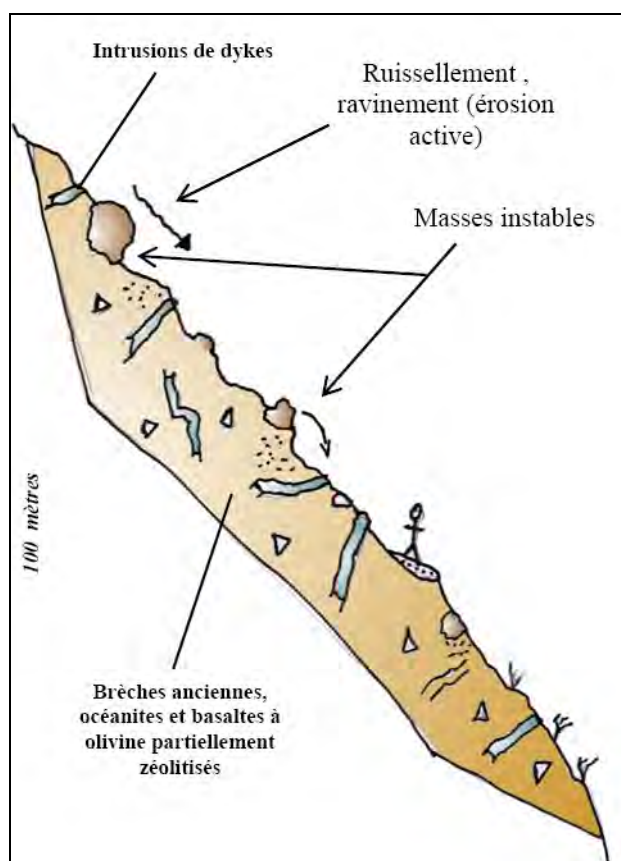


Figure 13 : Schéma des instabilités potentielles liées aux intrusions basaltiques



Figure 14 : Dépôts de glissement récent (brèche II), PR 6 + 900 (au Nord du Piton de Sucre)

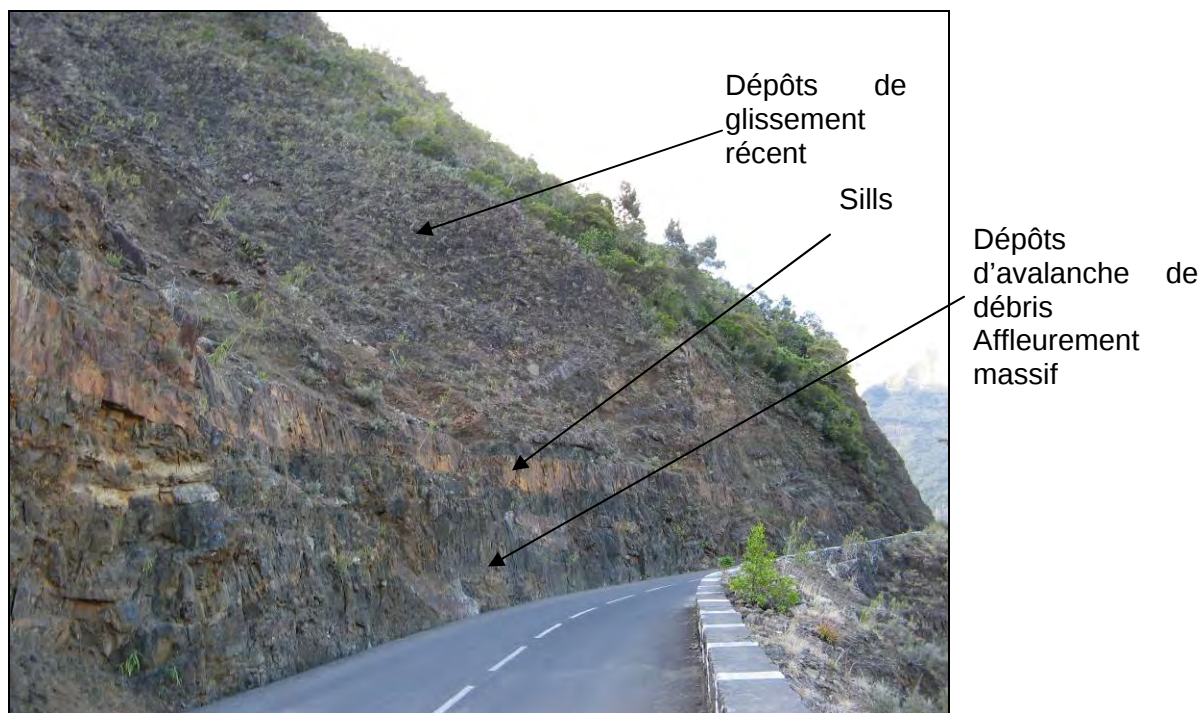


Figure 15 : Dépôts de glissements récents et d'avalanche de débris, vers le PR 7



Figure 16 : Mégablocs d'avalanche de débris, PR 4 + 400

Les colluvions de pente

Les colluvions de pente sont constituées de grains millimétriques et de blocs anguleux de taille métrique emballés dans une matrice généralement argileuse à argilo-sableuse compacte, non cimentée. En fonction de la lithologie remaniée et la distance parcouru par les colluvions, les blocs sont jointifs ou portés par la matrice, plus la distance est grande, plus la proportion en matrice s'accroît. La nature des éléments varie selon la lithologie d'origine. La puissance des dépôts est faible, quelques mètres tout au plus ; ils forment ainsi un drapage de pente dans lequel on trouve des blocs de roche généralement altérés. Les colluvions de pente s'observent sur les coteaux dont la pente est suffisamment faible pour qu'ils y soient conservés (pente inférieure à 40°).



Figure 17 : Dépôts de colluvions de pente, PR 4 + 400



Figure 18 : Formations de colluvions de pente, PR 3

Colluvions de fond de vallée

Comme leur nom l'indique, ces dépôts sont situés dans le fond de vallées et plus particulièrement dans la partie amont. Deux faciès peuvent être rencontrés suivant la morphologie de la vallée :

- le premier faciès est associé à des vallées encaissées (ex : Ravine Patates), les colluvions sont alors essentiellement constitués par un assemblage de blocs jointifs très anguleux à sub-anguleux hétéro métriques. La nature des blocs varie en fonction des roches dont ils tirent leur origine. Leur mise en place fait intervenir des phénomènes gravitaires : les blocs ou ensemble de blocs arrachés des coteaux de la ravine terminant leur course dans le fond de la vallée. Ces blocs subissent ensuite un transport horizontal lors de crues exceptionnelles. Ce transport par l'eau s'effectue en masse, les blocs transportés se percutent les uns les autres et se brisent. Ainsi, d'amont en aval, la proportion en gros blocs décroît et les blocs tendent à s'arrondir ;
- le second faciès se rencontre dans les vallées à fond plat (ex : Ravine Ferrière), les colluvions sont alors formées par des éléments de petite taille (inférieure à 5 cm) associés à une matrice silteuse. De géométrie anguleuse, les éléments et la matrice sont transportés par l'eau. La nature des blocs varie en fonction de la roche formant le substratum du fond du vallon.



Figure 19 : Zone de colluvions de fond de vallée, Ravine Ferrière, PR 2 + 500

Les éboulis

Les éboulis sont situés en pieds de pente de falaise (pieds de remparts et pieds de falaise des ravines). Ils sont constitués de blocs anguleux généralement jointifs. Ces dépôts sont non consolidés. Le faciès comprend des grains millimétriques et des blocs métriques à plurimétriques. La taille des éléments dépend généralement de la roche originelle. Les blocs les plus gros observés atteignent 10 m de diamètre. La nature des blocs varie en fonction de la roche d'origine, plus la roche d'origine est homogène et massive, plus la taille des blocs formant les éboulis sera importante. La puissance des dépôts ne dépasse jamais quelques dizaines de mètres. Ces dépôts sont généralement remaniés en coulées de débris.

4. Inventaire des mouvements de terrain

4.1. DONNEES HISTORIQUES RECENSEES

4.1.1. Base nationale des mouvements de terrain

La base nationale des mouvements de terrain (BDMVT), gérée par le BRGM, recense une grande partie des mouvements de terrains historiques connus et des indices d'instabilités avérés. Cette base de données a été complétée en 2002 avec le recensement des instabilités associées au passage du cyclone Dina à proximité de La Réunion.

De nombreux mouvements de terrains (correspondant à des glissements, des éboulements et des chutes de blocs ainsi que des phénomènes de ravinement) y sont recensés. Leur localisation est donnée sur la figure n°11, tandis que les principales informations connues et recensées dans la base de données sont reportées dans le tableau présenté en annexe 1. Le tableau ci-après synthétise quant-à-lui les événements les plus remarquables survenus par le passé au regard de leur ampleur et/ou de leur impact sur la RD242.

N° ¹	Date	Localisation	Phénomène	Conséquence
2	15 janvier 1878	Bras des Etang	Eroulement et comblement du lit ; lave torrentielle empruntant le Bras des Etangs	Digue détruite. Anciens établissements thermaux détruits (?)
5	13 février 1987 (Clotilda)	Ilet Dijoux	Eroulement rocheux dans la falaise en aval de l'îlet	Non précisé
7	13 février 1987 (Clotilda)	Au Nord de l'îlet Bois Rouge	Glissement en amont de la route	Ravinement de la RD242 sur 10 m et 0,5 m de profondeur
8	1987	Cap Tuf	Glissements de terrain sur 30 m de long	RD242 coupée
9	20 Janvier 1984 et février 1985	Rond du Bras Rouge	Flot de lave boueuse submergé de plusieurs mètres le pont	Pont d'Ilet à Cordes emporté
11	16 juin 1983	Ravine de Bras Rouge	Eboulement d'un million de mètres cubes	Destruction du pont de la RD242 suite à rupture d'embâcle et création d'une lave torrentielle
15	13 février 1987 (Clotilda)	A 500 m de la Ravine Fleurs Jaunes (coté Cilaos)	Glissement en amont de la route	Route recouverte
16	1 février 1987	Entre Ravine La Rouille et Ravine Fleurs Jaunes	Eroulements rocheux et ravinements	Route recouverte sur 50 m (accès Ilet à Cordes impossible) et canalisation rompue

Tableau 1 : Recensement des principaux phénomènes consignés dans la BDMVT

¹ Cf. figure 20 page suivante et tableau en annexe 1.

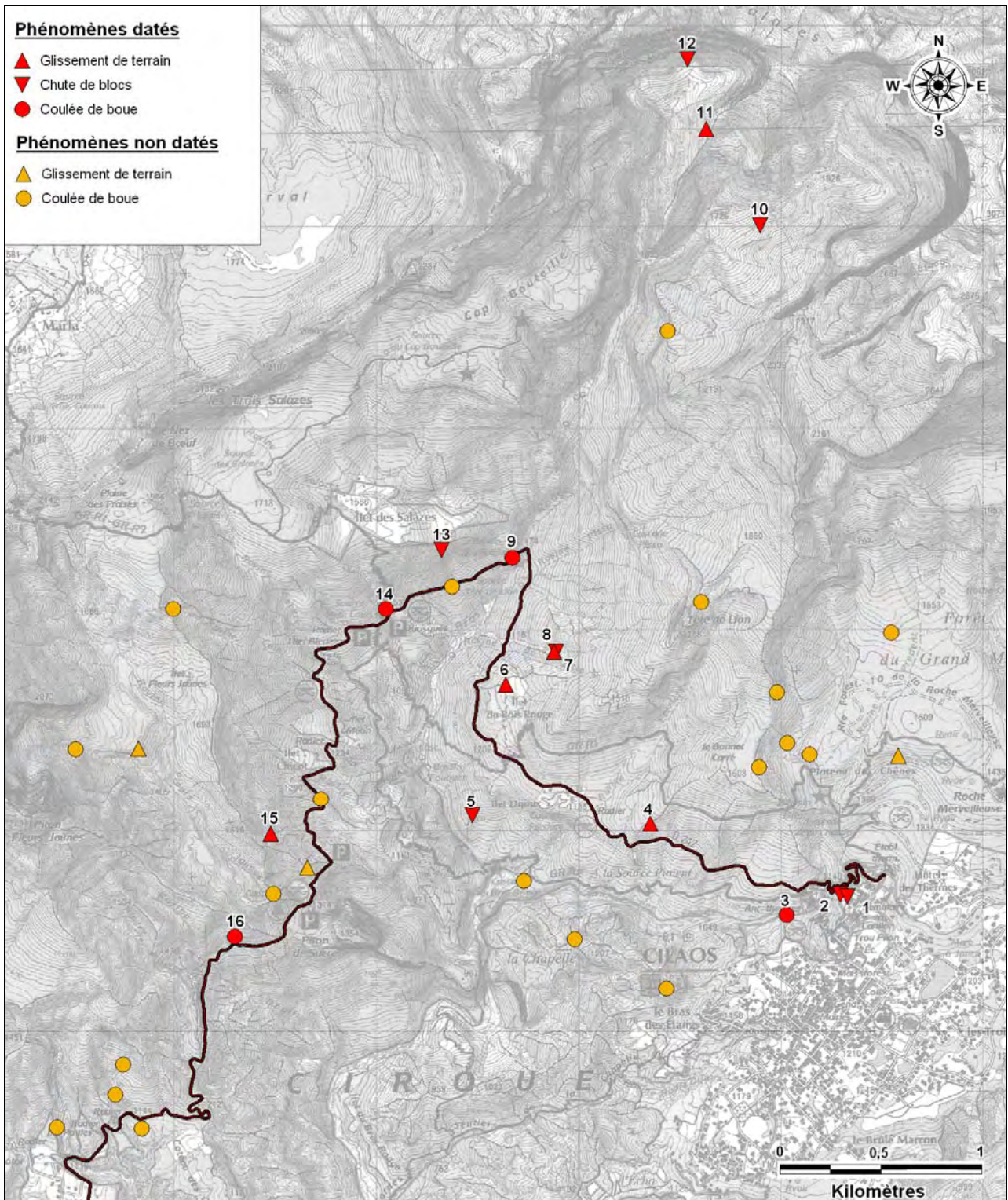


Figure 20 : Localisation des phénomènes historiques² et traces d'instabilités recensées dans la base de données BDMVT (fond topographique IGN Scan25)

² La numérotation renvoie au tableau 1 page précédente ainsi qu'au tableau en annexe 1.

4.1.2. Indices géomorphologiques

La carte présentée ci-après synthétise, en s'appuyant en particulier sur la bibliographie présentée au paragraphe 2.2, les connaissances concernant les principales zones d'arrachement rocheux et de ravinement, ainsi que les zones de glissement de grande ampleur (actives ou stabilisées).

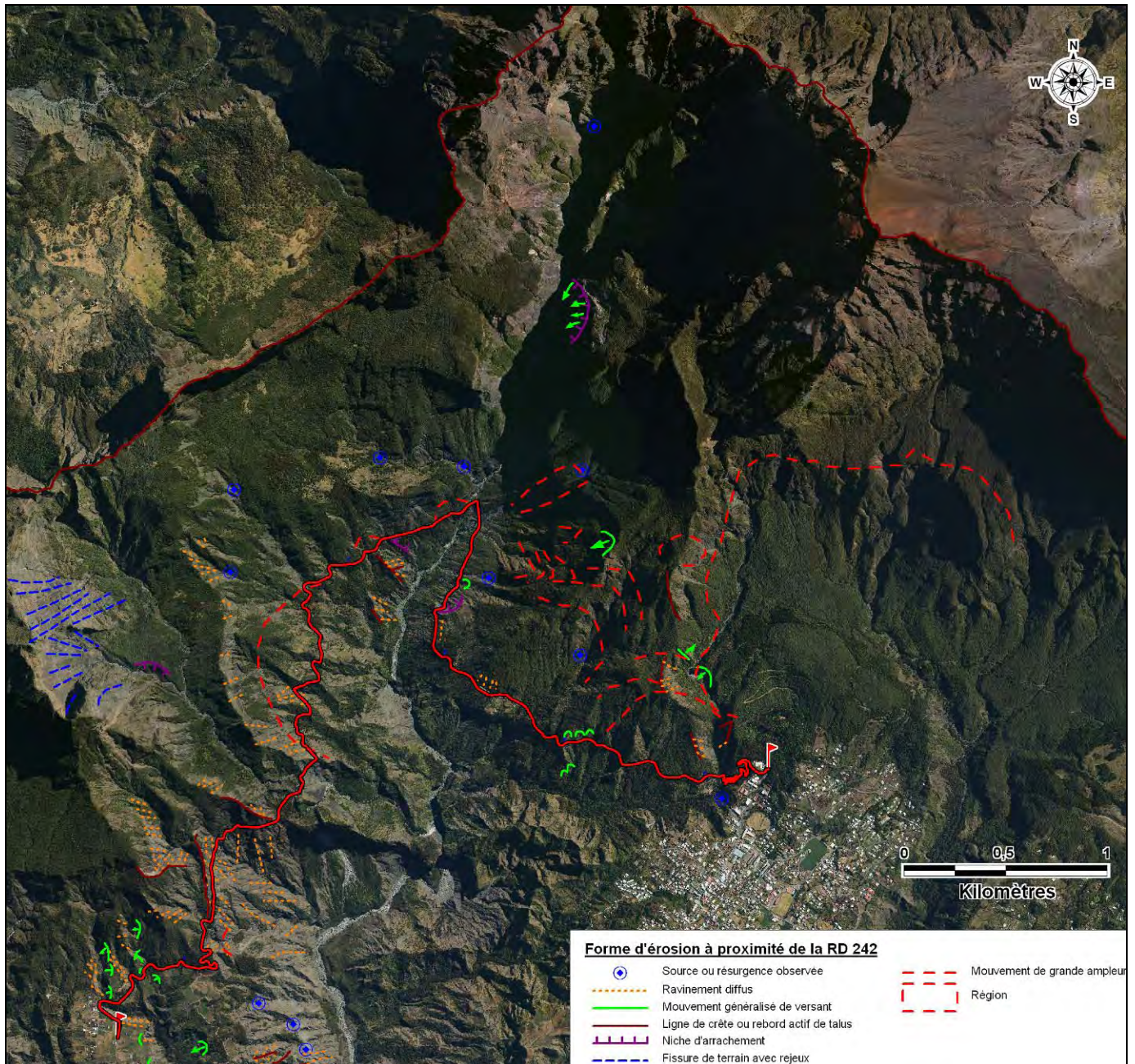


Figure 21 : Cartographie des principales formes d'érosion et des mouvements de grande ampleur à proximité de la RD242 constatées après le passage du cyclone Hyacinthe en 1980 (sources : M. Humbert, 1981 - Rapport BRGM)

Cette carte fait apparaître les principales zones d'instabilité (ravinement, chutes de blocs et éboulements) que sont les secteurs de Cap Tuf (du PR 3+400 au PR 3+700 environ) et du Cap la Rouille (du PR 7+800 au PR 8+050 environ). Sont par ailleurs recensées plusieurs zones de mouvements de grande ampleur (plus ou moins stabilisées mais vraisemblablement potentiellement susceptibles de se réactiver):

1. la zone de glissement en grande masse du Plateau des Chênes. Ce secteur présente une morphologie caractéristique, avec l'existence notamment de deux « gradins » emboîtés que sont le plateau du Petit Matarum et le plateau de la route forestière de la Roche Merveilleuse (forêt du Grand Matarum). Cette topographie particulière résulterait d'anciens vastes mouvements de terrain (éboulements et glissements en masse). L'activité « contemporaine » de ces mouvements glissements de terrain plus ou moins lents, concernerait en particulier le secteur de la Roche Merveilleuse (les falaises de la rive droite du Bras des Etangs constituerait une vaste niche d'arrachement de ce mouvement) pour descendre jusqu'aux portes de Cilaos, affectant ainsi notamment dans sa partie basse le versant rive gauche du Bras des Etangs sur lequel serpente le premier kilomètre du tracé de la RD242 et expliquant les désordres observés (cf. plus en avant) sur ce tronçon routier ;
2. le glissement en masse des versants sud du Bonnet Carré et de la Tête de Lion (du PR 1 au PR 3 environ). La configuration morphologique de ces versants se rapproche de celle du secteur du Grand Matarum, avec l'existence de vastes niches d'arrachement plus ou moins anciennes. Les ravines entaillant ces pentes, mais surtout l'action érosive du Bras des Etangs en pied de rempart (qui affouille son lit et supprime la butée de pied), pourraient jouer un rôle moteur dans le mécanisme de mouvement ;
3. le versant aval pendage en rive gauche de Bras Rouge (cf. figure 13) : aux abords du pont et dans le versant en direction de Cap Tuf (versant occidental de la Tête de Lion), une intrusion magmatique injecte le versant conformément à la pente et constitue une surface de glissement privilégiée pour les matériaux de recouvrement (éboulis, brèches plus ou moins consolidées), d'autant plus en raison des terrassements de pied occasionnées par la réalisation de la route et du fait des nombreuses circulations souterraines.



Figure 22 : Zone potentielle de glissement en masse en rive gauche de Bras Rouge, sur intrusion magmatique

4. les grands glissements entre Bras Rouge et l'Ilet à Cordes. La bibliographie (rapport BRGM R 40108 – 1998) fait état de plusieurs zones en mouvement plus ou moins vastes : au-dessus de l'Ilet Bleu (versants entaillés par les Ravines Petit-Louis et Gobert), rempart surplombant l'Ilet Chicot, et versants des Ravines Patates et la Rouille en contrebas du Piton Fleurs Jaunes. En ce qui concerne cette dernière zone, les ouvriers lors des opérations de terrassement de la route auraient mis à jour une importante fissure qui pourrait correspondre à un vaste mouvement de terrain au niveau de la falaise orientée Nord-Ouest / Sud-Est, approximativement vers le PR 7+500 (découverte qui aurait conduit semble-t-il à déplacer le tracé de la route plus bas dans le versant).



Figure 23 : Zone potentielle de glissement en masse, sous l'arête de l'Ilet Fleurs Jaunes

4.1.3. Suivi géodésique

A partir de 1995, des repères ont été disposés par la DDE (alors gestionnaire) sur des fissures apparues sur la chaussée et les murs de soutènement des rampes des thermes (rapport BRGM N2099-95 REU44). Le suivi réalisé pendant quelques années sur ces repères n'a pas permis de tirer de conclusion pertinente sur l'évolution des mouvements (alternativement ouverture et fermeture des fissures sans tendance pouvant être clairement interprétée).

A partir de 1999, a été mis en place par le service de routes du Conseil Général et le BRGM un programme de suivi géodésique par l'intermédiaire de bornes réparties le long de l'axe routier. Le réseau actuel (complété notamment dans le cadre du programme de recherche MVTerre) est constitué de 5 bornes ou spits répartis sur le linéaire étudié de la RD242 (donc deux 6 CI53 et CI54 implantés en juillet 2010). Leur localisation est donnée sur la figure n°15.



Figure 24 : Localisation et numéro des points géodésiques suivi sur la RD242

Les résultats du suivi réalisé ces dernières années ne mettent pas en évidence d'évolution significative, les déplacements enregistrés (en planimétrie ou altimétrie) sont relativement faibles (inférieur ou égal à 2 cm/an).

4.2. TYPOLOGIE DES PHENOMENES MENAÇANT LA ROUTE

La conjonction entre le contexte géomorphologique particulièrement défavorable dans lequel s'inscrit la RD242 (pentes généralement largement supérieures à 50°, dénivelée de plusieurs centaines de mètres tant en amont qu'en aval de la route, forte prépondérance de matériaux détritiques hétérogènes, couvert végétal réduit voire inexistant, réseau de ravines dense et encaissées) et des conditions pluviométriques pouvant être très défavorables (intensités journalières exceptionnelles en période cyclonique), conduisent à de récurrentes instabilités affectant plus ou moins sévèrement la chaussée et conduisant, de façon assez régulière et plus ou moins durablement, à l'interruption de tout trafic.

Ces instabilités impactant, ou susceptibles d'impacter la route, sont de diverses nature.

4.2.1. Les phénomènes « classiques » à cinématique rapide

Ces phénomènes regroupent les différentes instabilités que sont les glissements plus ou moins superficiels, les ravinements, les chutes de pierres et de blocs isolées ou les éboulements mobilisant des volumes plus importants.

Ce sont les phénomènes les plus fréquents sur l'itinéraire routier. Ils prennent naissance dans les talus routiers, ou dans les versants amont ou aval de la route. Dans cette seconde hypothèse, ils peuvent impacter la route en fonction notamment de l'importance de la masse mobilisée et de la topographie (conditionnant l'extension des trajectoires de propagation) dans le cas de départ « amont », et dans le cas de départ « aval » en fonction de l'éloignement de la zone d'arrachement par rapport à la chaussée et des possibilités d'évolution régressive du phénomène.

Ces instabilités peuvent survenir à tout moment de l'année, mais leur probabilité d'occurrence est très nettement supérieure en période fortement arrosée. Les épisodes de fortes pluies, dépressions tropicales et cyclones saisonniers, en sont des générateurs importants.

↳ Les chutes de blocs et éboulements :

Chutes de pierres ou de blocs sont les instabilités les plus récurrentes sur la RD242. La taille des éléments est généralement limitée (de l'ordre du litre à quelques centaines de litres), mais des événements mobilisant des blocs proches, voire dépassant, le m³ sont également assez régulièrement à déplorer.

L'exposition de la route dépend grandement du profil (hauteur et pente) des talus routiers qui la dominent, ainsi que de la nature et des caractéristiques (induration, fracturation, altération) du matériel rocheux en place.



Figure 25 : Impacts de chute de blocs sur la chaussée

Les éboulements sont moins fréquents que les chutes isolées mais leur impact sur la chaussée est bien évidemment nettement plus préjudiciable (route coupée). Ces phénomènes se déclenchent indifféremment dans les talus routiers ou dans les falaises ou versants amont plus ou moins escarpés, où ils sont fréquemment associés à des phénomènes de glissement lorsque le matériel rocheux est de nature bréchique. Ils peuvent également être provoqués par rupture brutale de l'équilibre d'une masse rocheuse, le long d'une surface prédisposée (dyke en aval-pendage, fracturation, etc.).

Les volumes en jeu peuvent être extrêmement importants, à l'image de l'événement survenu dans le bassin versant de Bras Rouge en 1980 (ordre de grandeur 1 million de m³). En fonction de l'altitude de la zone de départ, de tels phénomènes peuvent ne pas impacter directement la chaussée mais contribuer à alimenter en transport solide les ravines, pouvant ainsi générer en période de crues des écoulements à fort charriage voire laves torrentielles, et indirectement provoquer des dégâts sensiblement en aval.



Figure 26 : Eboulement obstruant la RD242 vers le PR 2+400, à l'occasion du passage de Gamède en 2007

↳ Les phénomènes érosifs en aval de la route :

Plusieurs secteurs sont exposés à ce type de problématique, susceptible de toucher sévèrement voire d'entraîner entièrement la plate-forme routière. La sensibilité est conditionnée en premier lieu par le caractère plus ou moins abrupt du versant, par l'absence d'un couvert végétal suffisant pour contrarier les processus érosifs, et par l'érodabilité des formations géologiques en présence.



Figure 27 : Processus érosifs affectant le versant aval au niveau de Cap Tuf



Figure 28 : Processus érosifs affectant le versant aval au niveau du Cap la Rouille

4.2.2. Les phénomènes à cinématique rapide de type coulées boueuses ou laves torrentielles

Les coulées boueuses sont des écoulements de matériaux meubles non consolidés, qui se produisent sur les versants à la suite de glissements de terrain ou éboulements provoqués par un afflux d'eau important. Il existe également des coulées de boue, d'ampleur moins importante, issues de l'arrachage des terres en surface par le ruissellement. Les laves torrentielles (ou plutôt écoulements hyperconcentrés) se produisent en fond de ravines et correspondent à des flux biphasiques de grande densité (entraînant pierres et blocs).

La prédisposition à la formation de laves torrentielles est liée principalement au fort encaissement des ravines et à la quantité de matériaux disponibles dans le fond de celles-ci (alimentation par éboulements, glissements, etc.). Lors d'épisodes pluvieux très intenses (la disponibilité d'une grande quantité d'eau pendant un laps de temps court est le principal facteur déclenchant), le débit liquide est alors suffisant pour mobiliser ce stock de matériaux accumulé dans le lit et générer un écoulement fortement concentré potentiellement dévastateur.

Par ailleurs, ces laves torrentielles peuvent se former à la suite de phénomènes d'embâcle / débâcle, scénario qui semble s'être produit en 1980 à la suite de l'éboulement de Bras Rouge et qui a provoqué la destruction du pont de la RD42. Le démantèlement progressif du cône d'éboulis et la remobilisation des matériaux les années suivantes (1983 et 1984) auraient également provoqué d'importants épisodes d'écoulements hyperconcentrés (cf. paragraphe 4.1.1) ayant à nouveau impacté l'ouvrage hydraulique de franchissement de la RD242.

Ce type de phénomène à cinématique rapide concerne en premier lieu, outre le Bras Rouge, le Bras des Etangs (des laves torrentielles s'y seraient propagées en 1878 et 1948). D'autres ravines, comme Fleurs Jaunes, Ravine Patates ou Ravine la Rouille, sont également concernées.



Figure 29 : Recouvrement de la RD242 sur près de 200 m provoqués par des écoulements à fort charriage dans la Ravine la Rouille – début 2010 (cliché UTR Sud)

4.2.3. Les mouvements de grande ampleur à cinématique lente

Ces phénomènes, qui concernent des volumes de matériaux très importants, sont généralement à évolution lente, mais peuvent connaître lors de conditions particulières (notamment liées à la pluviométrie) des phases d'accélération plus ou sensibles et durables.

Les phénomènes de ce type (cf. paragraphe 4.1.2), avérés ou suspectés au regard d'indices géomorphologiques plus ou moins caractéristiques, apparaissent tous plus ou moins anciens.

Sur la base des quelques éléments de connaissance à notre disposition (suivi géodésique, informations transmises par l'UTR Sud), leur activité apparaît très limitée, soit que les mouvements du sous-sol s'effectuent à vitesse très modérée (à l'image semble-t-il de la zone des rampes des thermes – selon l'UTR Sud, une légère évolution de la fissuration sur les ouvrages de soutènement serait en effet perceptible), soit qu'ils connaissent des phases de stabilisation durables ou transitoires.

Dans tous les cas, l'ampleur de ces phénomènes est telle que les solutions de traitement visant à ralentir, à défaut de stopper, les mouvements s'avèrent très limitées, voire inexistantes.

5. Sectorisation des tronçons routiers

5.1. METHODOLOGIE APPLIQUEE

La méthode retenue se base sur une approche dite « d'expert ». Cette démarche est la méthode cartographique la plus utilisée.

Elle repose sur l'expérience du technicien qui se base sur des observations de terrain et raisonne par analogie avec des mouvements similaires observés, en fonction de son expérience. Le procédé est ainsi subjectif mais il permet un va-et-vient incessant entre l'approche globale, la description détaillée de l'affleurement et l'analyse des événements passés. De plus, il est possible d'adapter et de moduler à souhait la méthode en fonction du contexte.

Les critères retenus sont :

- le contexte géomorphologique (relief, géologie, hydrologie) ;
- la nature des phénomènes naturels auxquels la route est exposée ;
- la position (amont ou aval) de la zone de départ de ces phénomènes ;
- l'intensité et la fréquence des événements ayant endommagé la route (sur la base de l'inventaire).

5.2. DECOUPAGE DU TRACE ROUTIER

La détermination du niveau d'aléa est d'abord basée sur l'observation de terrains propices à la survenue de mouvements de terrain ou d'indices témoignant d'événements passés. Les mouvements de terrains pris en compte sont les suivants :

- les chutes de pierres et de blocs, et les éboulements, qui se déclenchent dans les talus et versants en amont de la chaussée ;
- les glissements de terrain, comprenant les glissements de couverture et les glissements en masse aussi bien en amont qu'en aval de la route et les affaissements dus à une déstabilisation en aval ;
- les phénomènes de submersion de chaussée, qu'il y ait présence ou non d'un radier, résultant de façon plus ou moins directe de mouvements de terrain dans le bassin amont.

L'exposition de la route est donc étudiée aussi bien en amont qu'en aval de la chaussée.

Plusieurs critères rentrent en compte dans la détermination du niveau d'aléa auquel est exposé un tronçon routier. Les critères sont les suivants :

- la hauteur et la pente des talus routiers (amont et aval) ;
- la présence d'un versant abrupt en amont et/ou en aval, générateur d'instabilités ;

- la nature géologique des talus routiers (coulées laviques, formations de démantèlement, etc.);
- le niveau d'altération des formations géologiques ;
- le type de phénomène susceptible d'intervenir (en général une chute de blocs est plus pénalisante qu'un glissement de petite ampleur) ;
- l'intensité et la fréquence des événements ayant endommagé la route (sur la base de l'inventaire ou du constat sur site) ;
- l'existence d'une végétation dense recouvrant le talus ;
- l'espace entre le talus et la route ;
- la présence d'éventuels ouvrages de protection (gabions ou autres) ;
- la présence de fossés bétonnés à la base des talus (ils permettent de retenir une partie des éboulis et l'évacuation de l'eau) ;

5.3. NIVEAUX D'ALEAS

Compte-tenu du contexte géomorphologique complexe dans lequel s'inscrit la RD242 et de la multiplicité des instabilités susceptibles de l'affecter, trois aléas distincts ont été définis :

- l'aléa « talus amont », lié aux désordres susceptibles de prendre naissance dans les talus routiers surplombant la route ;
- l'aléa « versants amont », intégrant l'ensemble des instabilités susceptibles de prendre naissance en amont de la route, au-delà du talus routier (falaises ou versants sus-jacent, mouvements de grande ampleur, y compris phénomènes à cinématiques rapide) ;
- l'aléa « aval », lié aux désordres susceptibles de prendre naissance dans les talus routiers et les versants situés en contrebas de la chaussée ;

Pour l'aléa « talus amont », trois niveaux d'aléas ont été définis :

- aléa faible : Le talus routier est de petite dimension, voire absent (sa hauteur est globalement inférieure à 4-5 m). Les instabilités prévisibles ne concernent que des volumes limités et ne menacent que de façon peu significative la route. La probabilité d'occurrence des désordres est faible. La présence d'un fossé permet quelquefois de stocker l'essentiel des masses en jeu ;
- aléa moyen : Le talus présente généralement une hauteur supérieure à 5 m et est souvent très redressé. Il n'y a pas de fossé en pied ou celui-ci est insuffisant pour contenir entièrement le matériel éboulé. Les instabilités prévisibles concernent des volumes généralement assez importants, pouvant obstruer une demi-chaussée, voire plus exceptionnellement la totalité de la plate-forme routière (l'interruption de la circulation reste cependant de durée limitée) ;

- aléa élevé : Le talus présente une hauteur souvent importante (supérieure à 20 m) et les masses mobilisées sont importantes. Les instabilités sont relativement fréquentes. La chaussée peut être sérieusement endommagée et l'obstruction de la route peut être durable.

Pour l'aléa « versants amont », quatre niveaux d'aléa ont été définis :

- aléa faible : Les versants amont ne constituent pas une menace significative pour la route, soit parce qu'ils sont peu générateurs d'instabilités (matériel rocheux peu propice, couvert végétal important, etc.), soit parce que la route est suffisamment éloignée des zones de production ;
- aléa moyen : La route est dominée par des versants de dimensions relativement imposantes (supérieurs à 10 m), générant des chutes de pierres ou de blocs occasionnelles, voire de façon plus exceptionnelles des éboulements d'ampleur limitée. L'impact sur la chaussée concerne généralement la voie amont, plus exceptionnellement les deux voies (pas d'interruption durable de la circulation). La présence d'une végétation assez bien développée limite l'intensité du ravinement comme facteur aggravant. Certains franchissements de ravines considérés comme exposés aux écoulements chargés sont concernés par cet aléa. A noter que ce niveau d'aléa concerne la partie Est du linéaire routier, au niveau des établissements thermaux actuels, situés dans l'emprise du glissement de grande ampleur du Plateau des Chênes, mais dans une zone considérée comme moins évolutive ;
- aléa élevé : Les phénomènes sont suffisamment importants pour, le plus souvent, entièrement bloquer la route et endommager de façon significative la voirie. L'aléa fort est presque toujours attribué à des portions de route menacées par un versant amont de grande dimension, dépassant plusieurs dizaines de mètres. Les instabilités sont relativement fréquentes. Des solutions de traitement peuvent être envisagées mais sont techniquement et financièrement « lourdes » à mettre en œuvre. Ce niveau d'aléa concerne également les zones de glissement de grande ampleur avérée (même si leur activité « contemporaine » est peu marquée), ou suspecté ;
- Aléa très élevé : Les zones génératrices d'instabilités sont généralement de grandes dimensions (hauts versants plus ou moins éloignés par rapport à la route) et les volumes en jeu sont potentiellement très importants. Les phénomènes de glissements et/ou d'éboulements sont bien souvent aggravés par des phénomènes érosifs intenses. En cas d'occurrence, la route serait vraisemblablement très sévèrement endommagée et durablement coupée. Aucune solution de traitement n'est envisageable du fait de l'ampleur du phénomène. Ce niveau d'aléa concerne également les tronçons routiers exposés aux laves torrentielles et coulées boueuses de très forte intensité.

Pour l'aléa « aval », quatre niveaux d'aléa ont été définis :

- aléa faible : les talus et versant en aval de la route sont de faible hauteur ou suffisamment éloignés de la chaussée pour ne pas être susceptibles de générer d'évolution régressive possible défavorable pour la chaussée à moyen terme ;

- aléa moyen : les talus et versants aval sont le plus souvent situés entre deux ravines, dans des pentes comprises entre 50° et 60° environ. Les phénomènes érosifs sont limités par la végétation. A moyen terme, les désordres sont susceptibles d'impacter la chaussée (phénomènes d'affaissement progressifs) ;
- aléa élevé : Les pentes sont généralement supérieures à 60°. Les phénomènes érosifs actifs contribuent à la déstabilisation des pentes, qui peuvent durement impacter la chaussée (risque d'arrachement brutal pouvant concerner une partie de la plate-forme routière, voire plus exceptionnellement toute la route) ;
- aléa très élevé : ces secteurs sont des zones d'érosion intenses, le plus souvent dans des pentes très abruptes (supérieures à 60°). Les instabilités sont susceptibles de provoquer l'arrachement complet de la plate-forme routière.

5.4. PRESENTATION DES SECTEURS

La route départementale RD242 a été scindée en 6 grands tronçons, désignés par une lettre de A à F (cf. tableau 2). Une fiche de synthèse a été réalisée pour chaque tronçon (cf. annexe 3), présentant les contextes morphologique et géologique ainsi que les principales sources d'instabilités auxquels ces linéaires routiers sont exposés.

N° Tronçon	PR	Longueur	Localisation	Nombre de sous-tronçons
A	PR 0 au PR 0 + 880	880 m	Rampes des Thermes	0
B	PR 0 + 880 au PR 3 + 220	2340 m	Pentes à proximité de l'Ilet Dijoux	6
C	PR 3 + 220 au PR 4 + 770	1550 m	Secteur de Cap Tuf et de la Ravine Bras Rouge	5
D	PR 4 + 770 au PR 6 + 080	1300 m	Pentes de l'Ilet Bleu et l'Ilet Méon	5
E	PR 6 + 080 au PR 8 + 240	2160 m	Secteur de Fleurs Jaunes et de Ravine La Rouille	6
F	PR 8 + 240 au PR 10	1760 m	De Ravine à Patates à l'Ilet à Cordes	6

Tableau 2 : Identification des tronçons d'étude sur la RD242

Les tronçons B à F ont eux-mêmes été subdivisés en sous-tronçons, sur la base de critères géomorphologiques et de leur exposition aux phénomènes de mouvements de terrain. Une fiche de synthèse a été réalisée pour chaque tronçon et sera présentée dans le rapport de phase 2 relatif aux propositions de mesures de sécurisation.

5.5. REPARTITION STATISTIQUE DU NIVEAU D'ALEA SUR LA RD242

Légende des graphiques :



5.5.1. Tronçon A

Le tronçon A s'étend sur environ 880 ml. Il est exposé à un aléa « versants amont » élevé sur environ 85 % de ce linéaire, lié en particulier au fait que le tronçon s'inscrit au sein de l'emprise du glissement en masse du Plateau des Chênes.

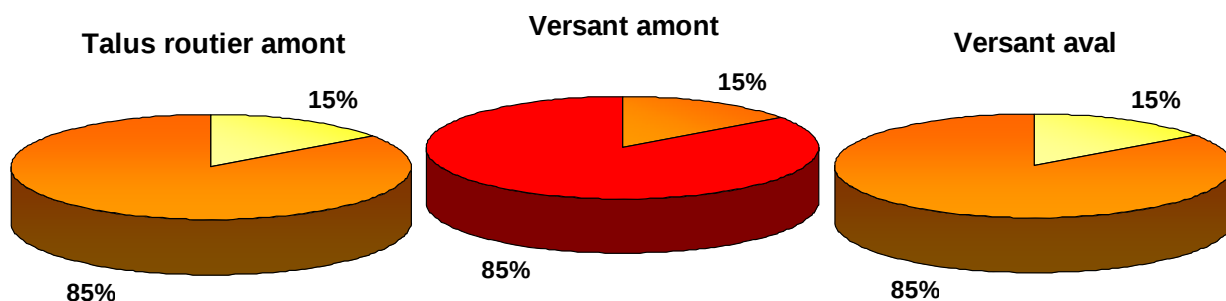


Figure 30 : Répartition de l'aléa mouvement de terrain - tronçon A

5.5.2. Tronçon B

Par rapport aux problématiques « talus routiers amont », sur plus de 3 km, seulement 4 % environ du linéaire génère un aléa élevé pour la chaussée et près de 55% un aléa moyen.

La route est par ailleurs sur ce tronçon fortement exposée aux instabilités naissant dans le versant amont ou dans les pentes aval : pour chacun des deux types d'aléa, ce sont près de 95% du linéaire de ce tronçon qui sont classés en aléa moyen à élevé.

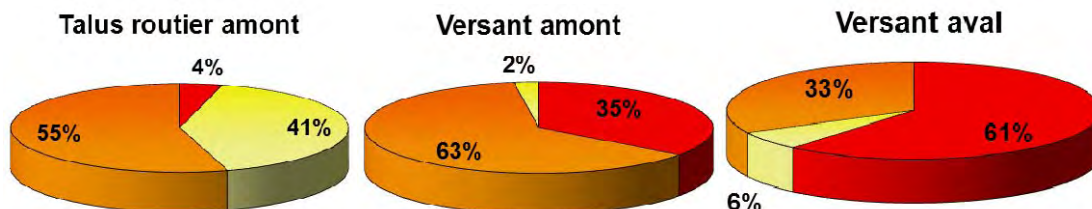


Figure 31 : Répartition de l'aléa mouvement de terrain - tronçon B

5.5.3. Tronçon C

Le tronçon C se singularise par une forte représentation de l'aléa très élevé, à la fois par l'aléa « versants amont » (46% du linéaire) et pour l'aléa « aval » (près de 20% du linéaire). Pour ces deux types de problématiques, l'aléa élevé est également très représenté. Le tronçon C apparaît ainsi un des tronçons d'étude les plus exposés aux phénomènes mouvements de terrain.

Pour le talus routier, seulement 15 % du linéaire est affecté par un aléa faible et près de 65 % à un aléa moyen. Les 20 % du linéaire exposé à un aléa élevé correspondent en grande partie au secteur de Cap Tuf.

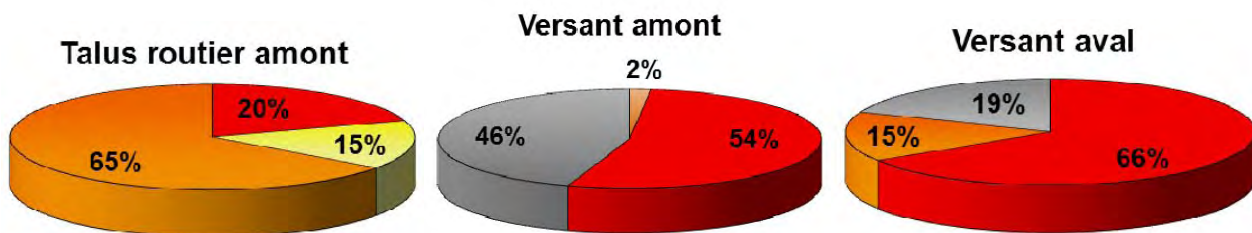


Figure 32 : Répartition de l'aléa mouvement de terrain - tronçon C

5.5.4. Tronçon D

L'ensemble du tronçon D, soit environ 1 300 ml, est affecté par un aléa élevé « versants amont ». Cette forte vulnérabilité de la route s'explique par le franchissement des zones (suspectées) de glissement en masse en aval de l'arête de l'Ilet Fleurs Jaunes et par l'existence de vastes versants dans l'ensemble intensément ravinés.

Les talus routiers amont génèrent un aléa fort sur 1/5 du linéaire du tronçon, et un aléa moyen sur plus de 60 %.

La problématique « aval » est également très marquée, puisque près de 90% du linéaire est exposé à un aléa de niveau moyen à élevé.

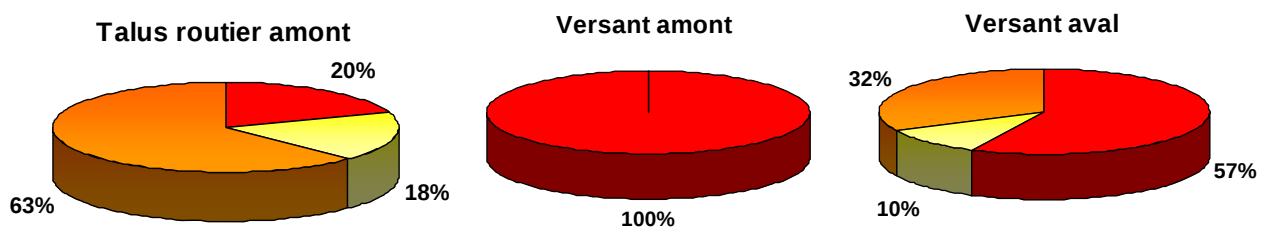


Figure 33 : Répartition de l'aléa mouvement de terrain - tronçon D

5.5.5. Tronçon E

Sur l'ensemble du linéaire (environ 2 160 m), le tronçon E est globalement (tous aléas confondus) affecté par un aléa très élevé à élevé de mouvement de terrain. Il constitue avec le tronçon C un des plus problématiques de la RD242, avec notamment le franchissement du secteur du Cap la Rouille.

Le talus routier amont génère un aléa fort sur environ 63% du linéaire et seulement 14 % du tronçon est affecté par un aléa faible.

Vis-à-vis des versants amont, la quasi-totalité du tronçon est affectée par un aléa élevé (54%) à très élevé (41%). Vis-à-vis des instabilités « aval », la chaussée est également très fortement exposée avec 62 % du linéaire en aléa très élevé.

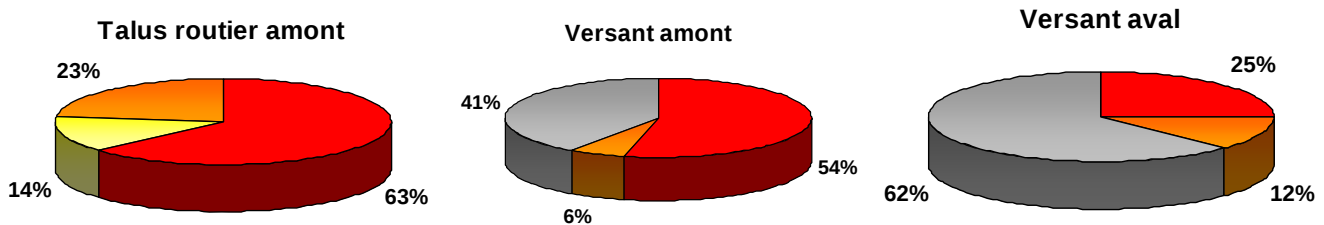


Figure 34 : Répartition de l'aléa mouvement de terrain - tronçon E

5.5.6. Tronçon F

Le tronçon F apparaît un des tronçons les moins exposés aux mouvements de terrain, même si 43% du linéaire présente une forte sensibilité aux instabilités prenant naissance en contrebas de la route. Pour le reste, près de 40 % du linéaire est affecté d'un aléa faible par rapport aux instabilités liées aux talus routiers amont et aux versants sus-jacents.

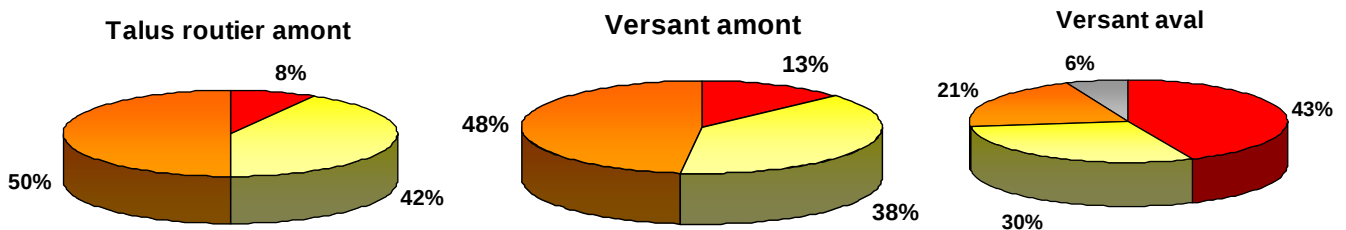


Figure 35 : Répartition de l'aléa mouvement de terrain - tronçon F

6. Conclusion

A l'issu de cette première phase d'étude concernant l'exposition de la RD242 vis-à-vis des risques de mouvements de terrain, la sensibilité de la chaussée a été évaluée en dissociant les niveaux d'aléa liés d'une part aux talus routiers amonts, d'autre part aux versants dominant la route au-dessus du talus routier (aléa « versants amont »), et enfin liés aux pentes situées en aval de la plate-forme routière (aléa « aval »).

Il résulte de cette étape préliminaire que sur un linéaire total proche de 10 km, une très grande partie des six tronçons distingués est fortement à très fortement exposée aux risques de mouvements de terrain.

Parmi les secteurs les plus problématiques, on citera notamment :

- le tronçon C, qui concerne les versants de part et d'autre de la Ravine Bras Rouge. En rive gauche, les risques sont inhérents à la fois vis-à-vis des versants amont (secteur de Cap Tuf vers le PR 3+700, zone de « grand glissement » potentiel entre Cap Tuf et le pont de Bras Rouge) et des versants aval soumis à une érosion plus ou moins intense. La rive droite est quant-à-elle marquée par des falaises massives surplombant la route de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres, tandis que les versants en aval de la route sont, comme sur la rive opposée, également sujets à d'intenses phénomènes de ravinement ;
- le tronçon D, où la menace est principalement liée à la fois aux instabilités susceptibles de prendre naissance dans les talus routiers et dans les versants situés plus en amont. La totalité de ce tronçon est ainsi concerné par un aléa « versants amont » de niveau élevé ;
- le tronçon E, avec en particulier d'une part le linéaire situé en contrebas de l'Arête de l'Ilet Fleurs Jaunes (entre Ilet Chicot et la Ravine Fleurs Jaunes), et d'autre part le secteur du Cap Rouille. La route y présente globalement une forte vulnérabilité, tant par rapport aux instabilités susceptibles de se déclarer en amont qu'en aval de la chaussée ;
- le tronçon F, principalement jusqu'aux abords du PR 8+550 environ, avec là également des instabilités intéressant aussi bien les pentes amont que les pentes aval.

Au final, tous types d'instabilités confondues, la RD242 présente un aléa au minimum moyen sur la totalité de son tracé.

La phase 2 permettra d'acquérir une connaissance détaillée des risques sur les différents tronçons et de proposer des mesures de sécurisation. Au regard de la forte exposition de la route et de la multiplicité des phénomènes susceptibles de l'affecter, ces mesures de sécurisation seront principalement orientées vis-à-vis des instabilités « amont » (talus routiers et versants sus-jacents).

7. Bibliographie

AUNAY B., BARBIER B. (2010) – Etat des lieux du suivi des bornes géodésiques dans les cirques du massif du Piton des Neiges – Rapport BRGM/RP-59019-FR, 63 p., 32 illustrations, 5 tableaux, 6 annexes.

CRUCHET M. (1995) - Diagnostic géologique sur la fissuration de la route. Evaluation des actions à engager. R.D.242 - Rampes des Thermes (Cilaos). Rapport BRGM 95 REU 44, 6 fig., 21 p.

CRUCHET M. (2000) – Mise en place d'un dispositif de suivi des mouvements de grande ampleur sur la R.D.242 (route d'Ilet à Cordes), Cilaos, Ile de la Réunion. Rapport BRGM/RP-50114 FR – 2000 REU 08, 1 fig., 2 tab., 10 p.

CRUCHET M. (2001) - Suivi des déformations au cours de l'année 2000 – R.D.242 (route d'Ilet à Cordes), Cilaos, Ile de la Réunion. Rapport BRGM/RP-51106-FR-2001 SGR/REU 18, 3 fig., 3 tab., 14 p., 1 annexe.

CRUCHET M. (2001) - Suivi des mouvements de terrain de grande ampleur dans les Cirques de Salazie et Cilaos. Bilan des travaux engagés de 1995 et 2000. Rapport BRGM/RP – 51105-FR-2001 SGR/REU 20, 5 fig., 1 tab., 1 annexe, 21 p.

HUMBERT M., PASQUET R., STIELTJES L. (1981) – Les risques géologiques dans les Cirques de Salazie et de Cilaos (Ile de la Réunion). Rapport BRGM 81 SGN 543 REU. 30 fig., 101 p.

LACQUEMENT F. avec la collaboration de NEHLIG P. (2003) – Les mouvements de terrain de grande ampleur dans les cirques et les grandes ravines de La Réunion - Cartographie du cirque de Cilaos à l'échelle 1/10 000 – Rapport d'avancement des travaux – Programme 2003 – Rapport BRGM RP-52872-FR, 89 p, 91 fig.

LACQUEMENT F., NEHLIG P. (2008) – Notice des cartes géologiques des cirques du Piton des Neiges (Ile de La Réunion, France) – Rapport Final, BRGM/RP-56730-FR, 96 p.34 ill., 3 planches hors texte.

SAURET B., CRUCHET M., RANCON J.Ph. (1998) – Mouvements de terrain sur le tronçon routier Cilaos – Ilet à Cordes (R.D. 242) (Cirque de Cilaos). Contexte physique et bilan des connaissances, Ile de la Réunion. Rapport BRGM R 40108, 14 fig., 11 photos, 25 p.

Annexe 1

Recensement des phénomènes historiques sur la RD242

Historique des instabilités sur la RD 242

Numéro carte	Numéro national	PR	Type d'instabilité	Volume déplacé	Ampleur de l'instabilité	Détails supplémentaires	Date de survenue	Source d'information
		Rampe des Thermes	Glissement			Replâtrage des fissures des murs de soutènement et ouverture légère de ce replâtrage la même année	1997	Rapport BRGM
1	12701233	Eglise de Cilaos	Chute				01/02/1930	BDMVT
2	12700375	PR 0 + 540	Chute		Hectométrique		15/01/1878	BDMVT
3	12701232	PR 1 + 200	Coulée			Lave torrentielle dans l'axe du Bras des Etangs	15/01/1878	BDMVT
		PR 1 + 300	Nombreux éboulis et coulée de boue			Recouvrement de la demie-chaussée - intervention d'une pelle	18-janv-07	UTR
		PR 1 + 300	Nombreux éboulis et coulée de boue			Recouvrement de la chaussée - intervention d'une pelle et d'un camion	19 ainvier 2007	UTR
		PR 1 + 400	Chute	50 m ³		Route coupée	aout 2007	Rapport BRGM
		PR 1 + 400	Chute	1 000 m ³		Cyclone Gamède	2007	Rapport BRGM
		PR 1 + 800	Glissement			Cyclone Clotilda	1987	Rapport BRGM
4	12700353	PR 2	Glissement		Hectométrique	Cyclone Hyacinthe	01/01/1980	BDMVT
		PR 2 + 100	Chute				1997	Rapport BRGM
		PR 2 + 800	Chute				1997	Rapport BRGM
		PR 2 + 900	Chutes de pierre et coulées de boue			Recouvrement de la route - intervention d'une pelle pour rétablir la circulation	18-nov-06	UTR
5	12700393	PR 3	Chute		Hectométrique		13/02/1987	BDMVT
		PR 3	Chute				1997	Rapport BRGM
		PR 3	Nombreux éboulis et coulée de boue			Recouvrement de la chaussée - intervention d'une pelle	19-janv-07	UTR
6	12700351	PR 3 + 380	Glissement		Hectométrique	Cyclone Hyacinthe	01/01/1980	BDMVT
		PR 3 + 500	Glissement			Cyclone Clotilda, route coupée	1987	Rapport BRGM
7	12700390	PR 3 + 610	Chute	100 m ³	Décamétrique	Cyclone Clotilda, route ravinée	13/02/1987	BDMVT
8	12700389	PR 3 + 610	Chute	1 000 m ³	Décamétrique	Route emportée sur 30 m	13/02/1987	BDMVT
		PR 3 + 900	Chute				1997	Rapport BRGM
9	12700387	PR 4 + 180	Coulée	300 000 m ³	Kilométrique	La boue submerge le pont sur une hauteur de 7 m	20/01/1984	BDMVT
10	12700385	PR 4 + 180	Chute		Décamétrique	Grand éboulement	16/06/1983	BDMVT
11	12700384	PR 4 + 180	Glissement	100 000	Hectométrique	Petits éboulements sur la surfce de glissement après le 16 juin. Hauteur totale de l'éboulement : 400m	16/06/1983	BDMVT
12	12700386	PR 4 + 180	Chute		Décamétrique	Grand éboulement	16/06/1983	BDMVT

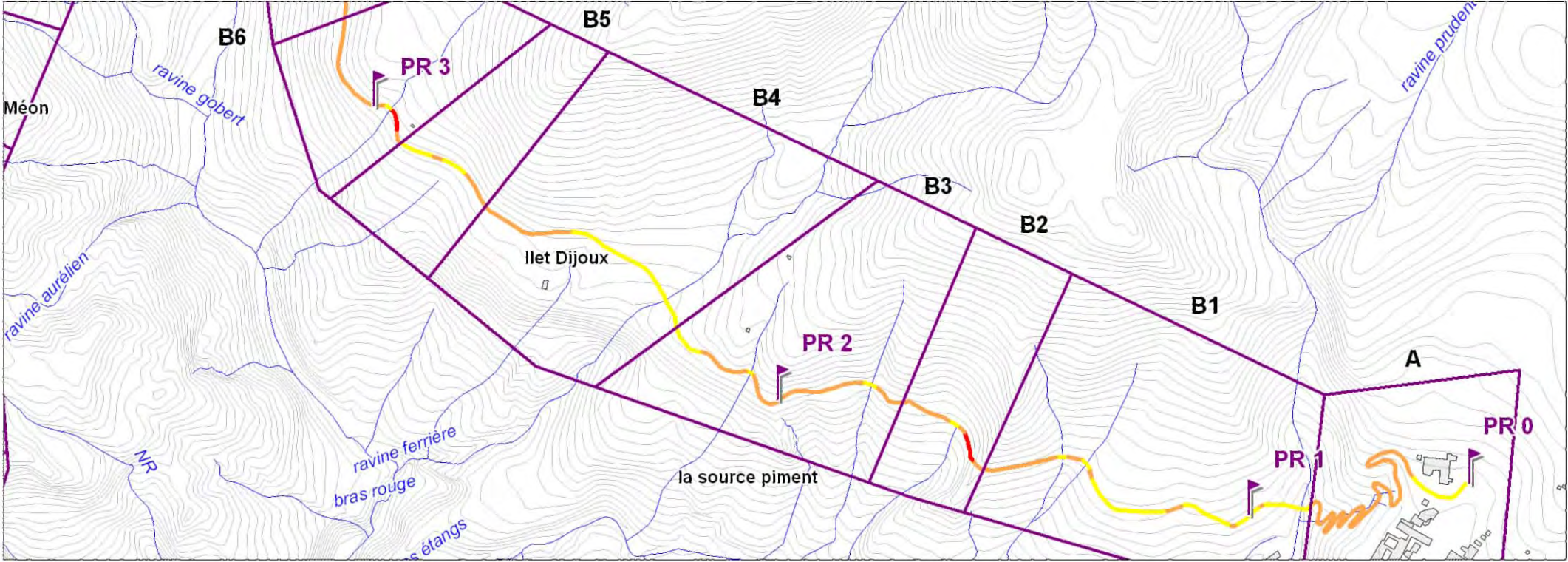
Numéro carte	Numéro national	PR	Type d'instabilité	Volume déplacé	Ampleur de l'instabilité	Détails supplémentaires	Date de survenue	Source d'information
		PR 4 + 180				Détachement de la partie haute de la falaise	1997	Rapport BRGM
		PR 4 + 500	Chute				1997	Rapport BRGM
		PR 4 + 520	Coulée		Hectométrique	Cyclone Hyacinthe	1980	Rapport BRGM
13	12701234	PR 4 + 600	Chute				01/01/1997	BDMVT
14	12700365	PR 4 + 880	Coulée		Hectométrique	Cyclone Hyacinthe	01/01/1980	BDMVT
		PR 5 + 100	Chute				1997	Rapport BRGM
		PR 5 + 700	Chute				1997	Rapport BRGM
		PR 6 + 370	Coulée					Rapport BRGM
		PR 6 + 500	Chute			Cyclone Clotilda, route coupée	1987	Rapport BRGM
15	12700391	PR 6 + 600	Glissement	100 m ³	Décamétrique		13/02/1987	BDMVT
		PR 6 + 910	Glissement					Rapport BRGM
		PR 7	Chute				1997	Rapport BRGM
16	12700392	PR 7 + 560	Coulée		Hectométrique	Route encombrée	01/02/1987	BDMVT
		PR 8	Nombreux éboulis et coulée de boue			Recouvrement de la chaussée - intervention d'une pelle	19-janv-07	UTR
		PR 8 + 700	Coulée			Cyclone Clotilda, route coupée par de la terre sur 5 m de hauteur	1987	Rapport BRGM
		PR 9 + 500	Chute				1997	Rapport BRGM
		PR 9 + 800	Chute				1997	Rapport BRGM
		PR 9 + 900	Ravinement			Petit arrachement à l'aval de la route		Rapport BRGM
		PR 9 +100	Chute				1997	Rapport BRGM

Annexe 2

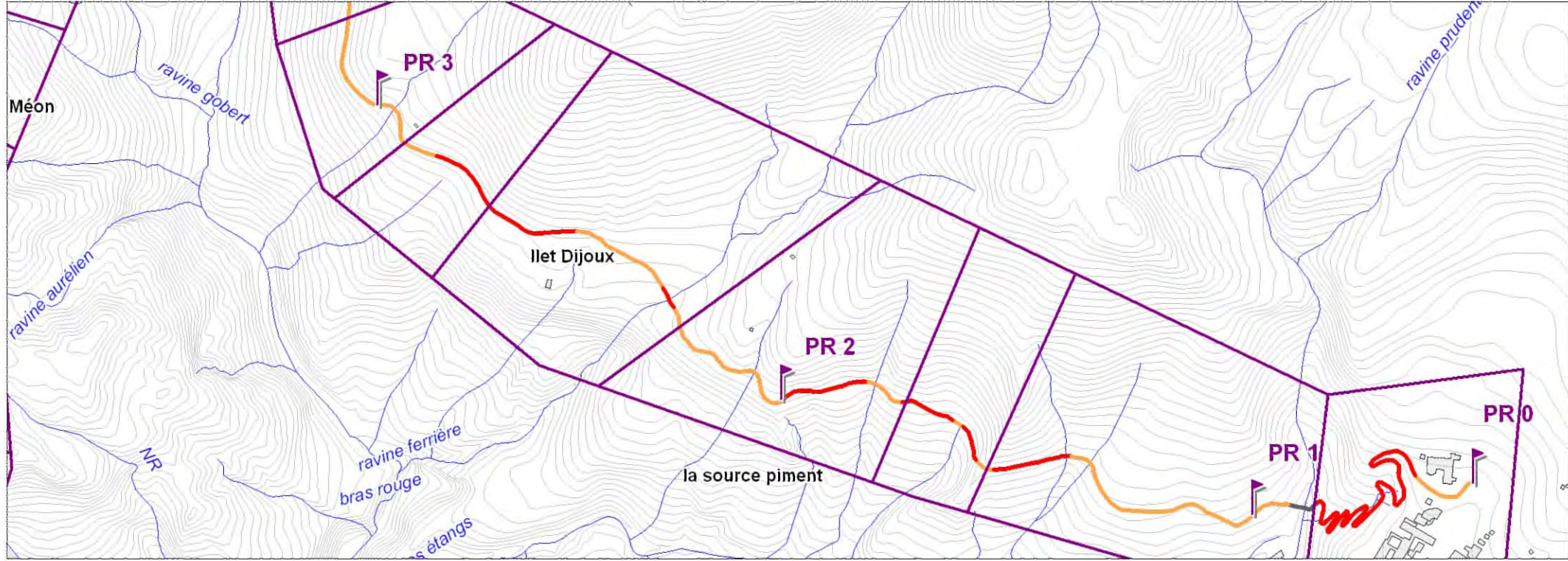
Exposition de la RD242 aux aléas mouvements de terrain



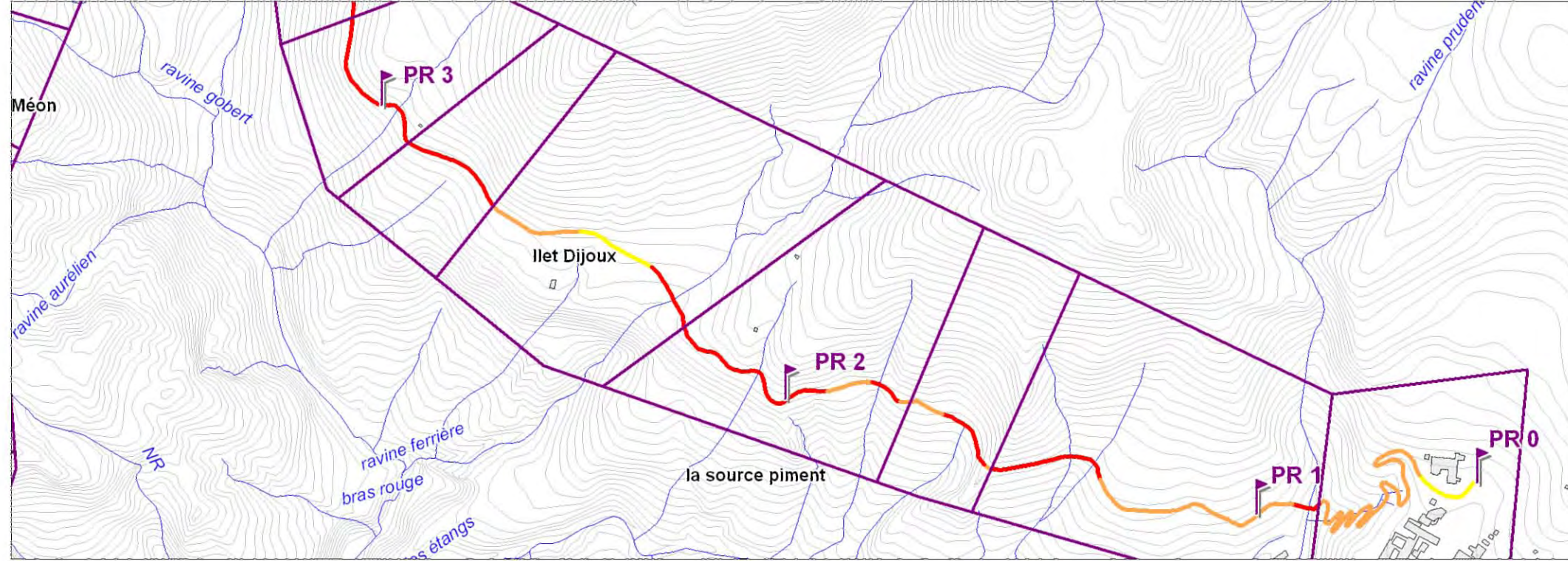
Aléa "talus amont"



Aléa "versants amont"



Aléa "aval"



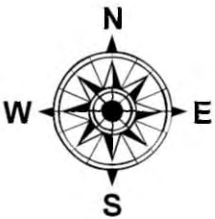
Légende :

- Aléa faible
- Aléa moyen
- Aléa élevé
- Aléa très élevé

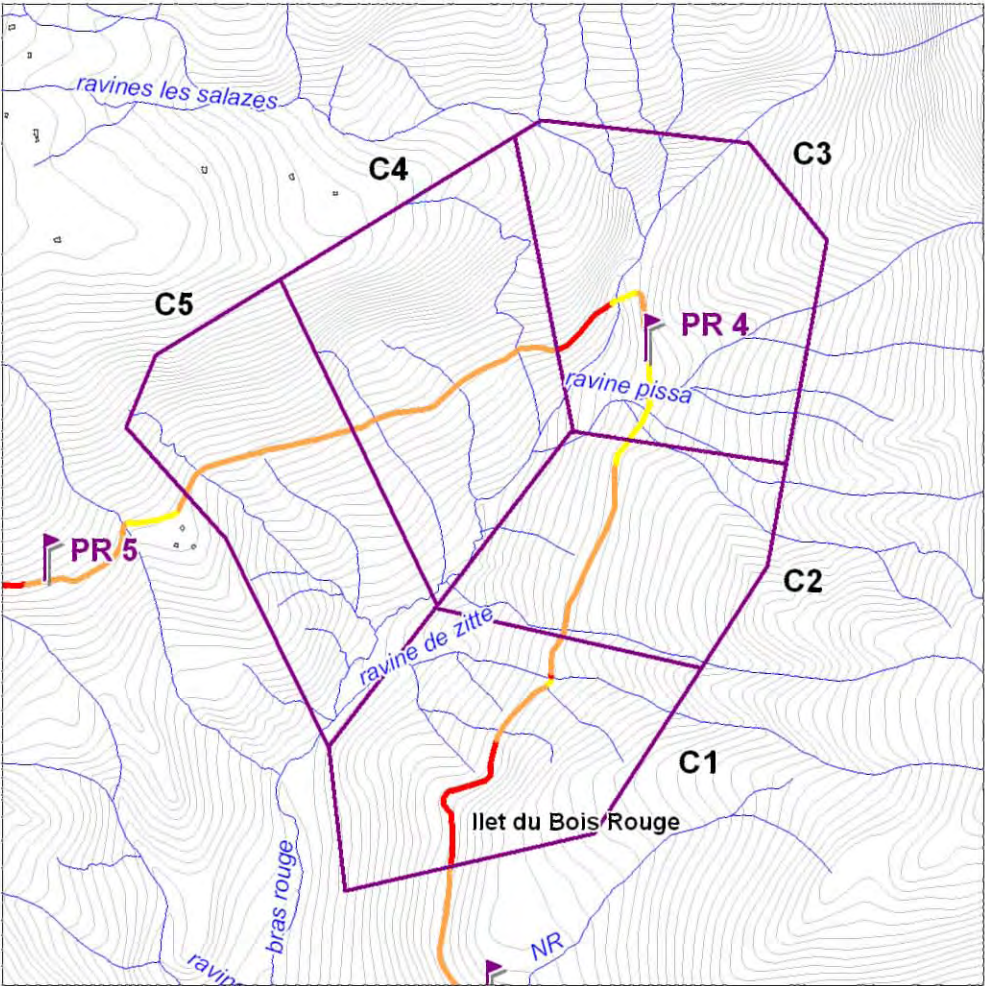
Borne
limite et N° sous-tronçon

Fond Topographique : BD TOPO IGN 2008
Cartographie : BRGM - Service géologique de La Réunion - 2010

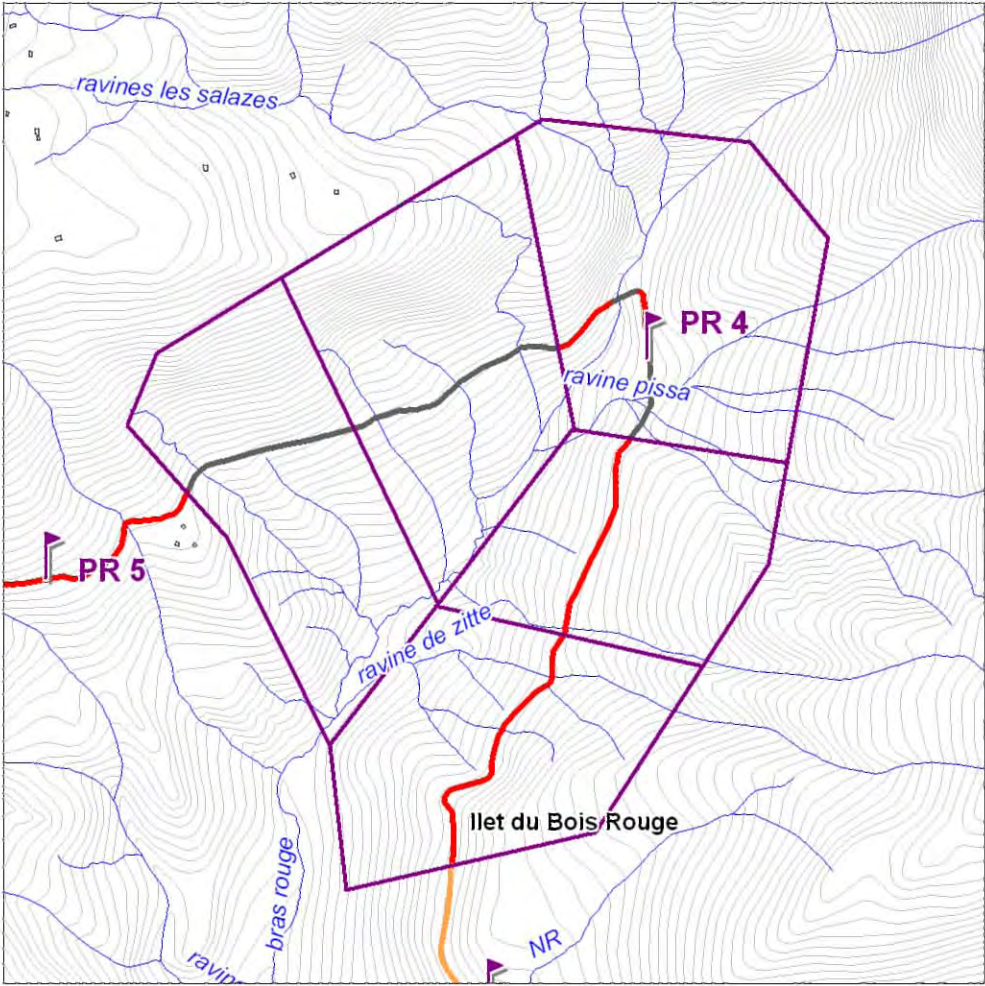
0 250 500
Mètres



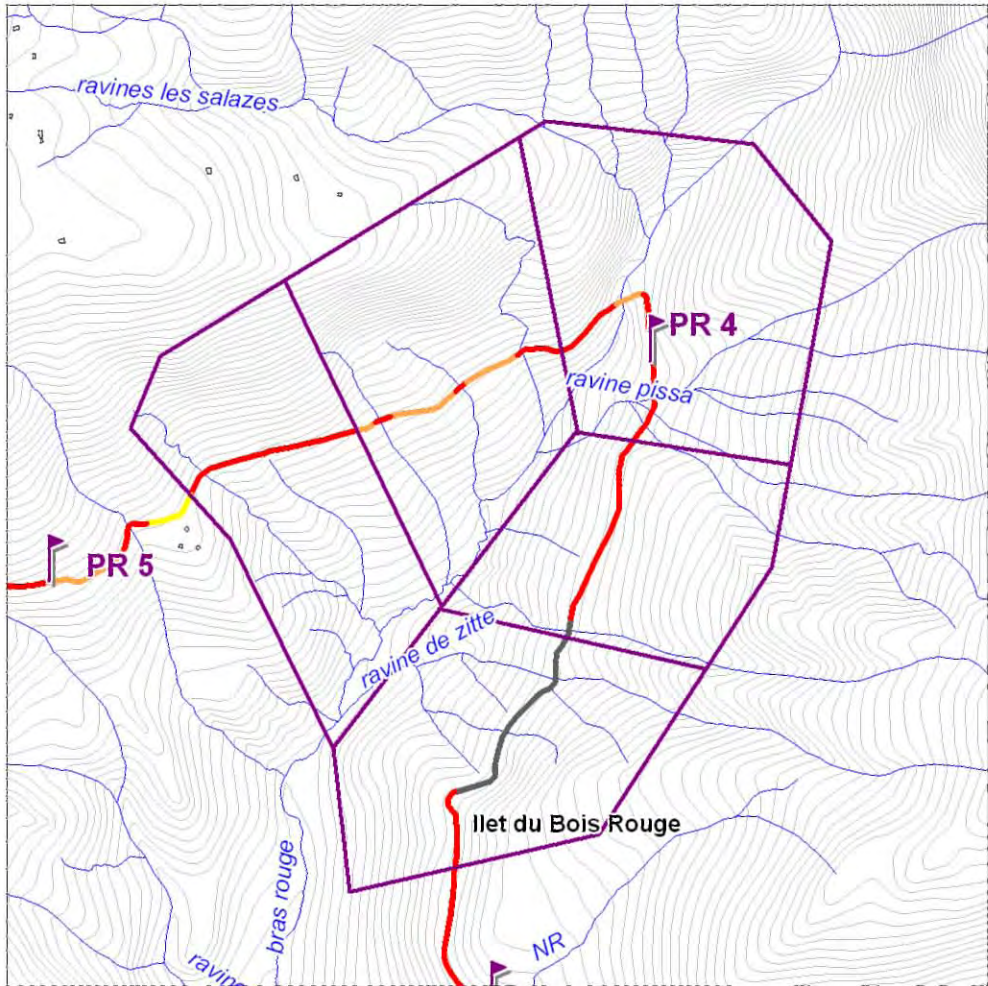
Aléa "talus amont"



Aléa "versants amont"



Aléa "aval"



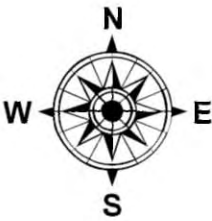
Fond Topographique : BD TOPO IGN 2008
Cartographie : BRGM - Service géologique de La Réunion - 2010

Légende :

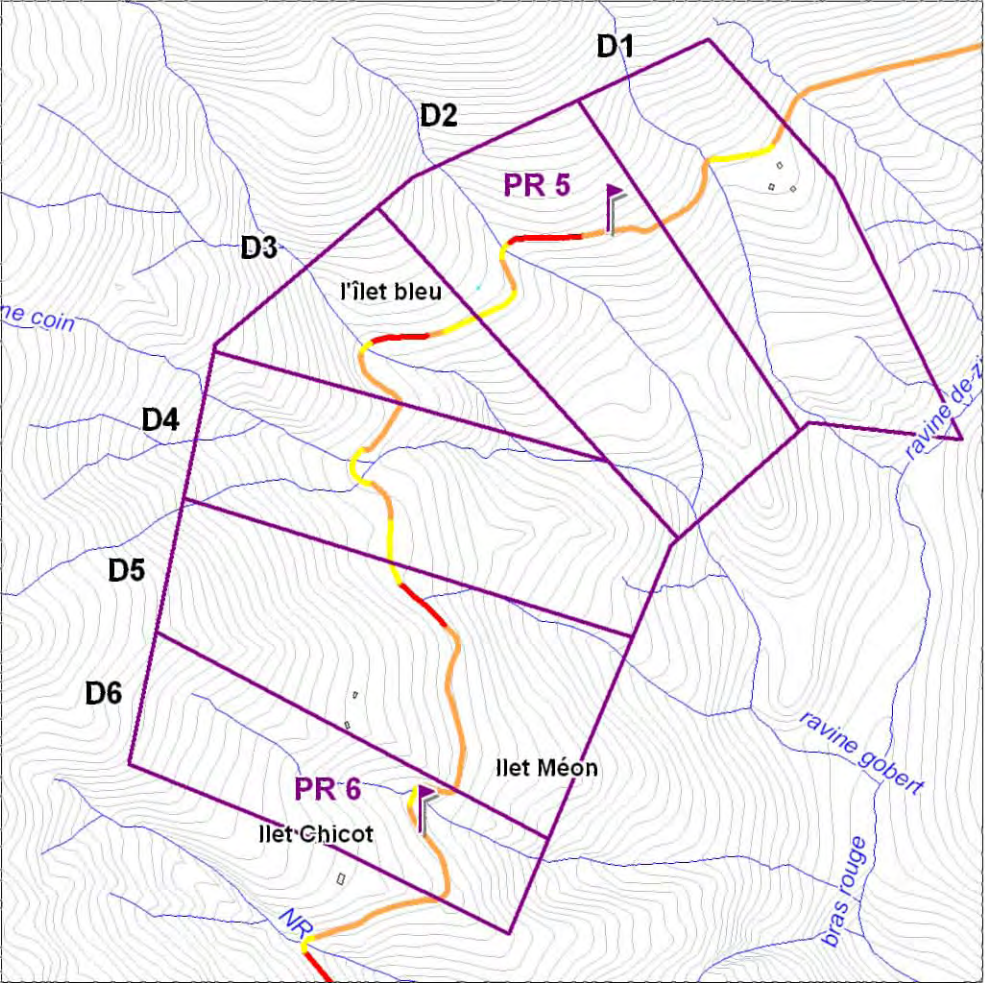
- Aléa faible
- Aléa moyen
- Aléa élevé
- Aléa très élevé
- Borne
- Limite et N° sous-tronçon

0 250 500
Mètres

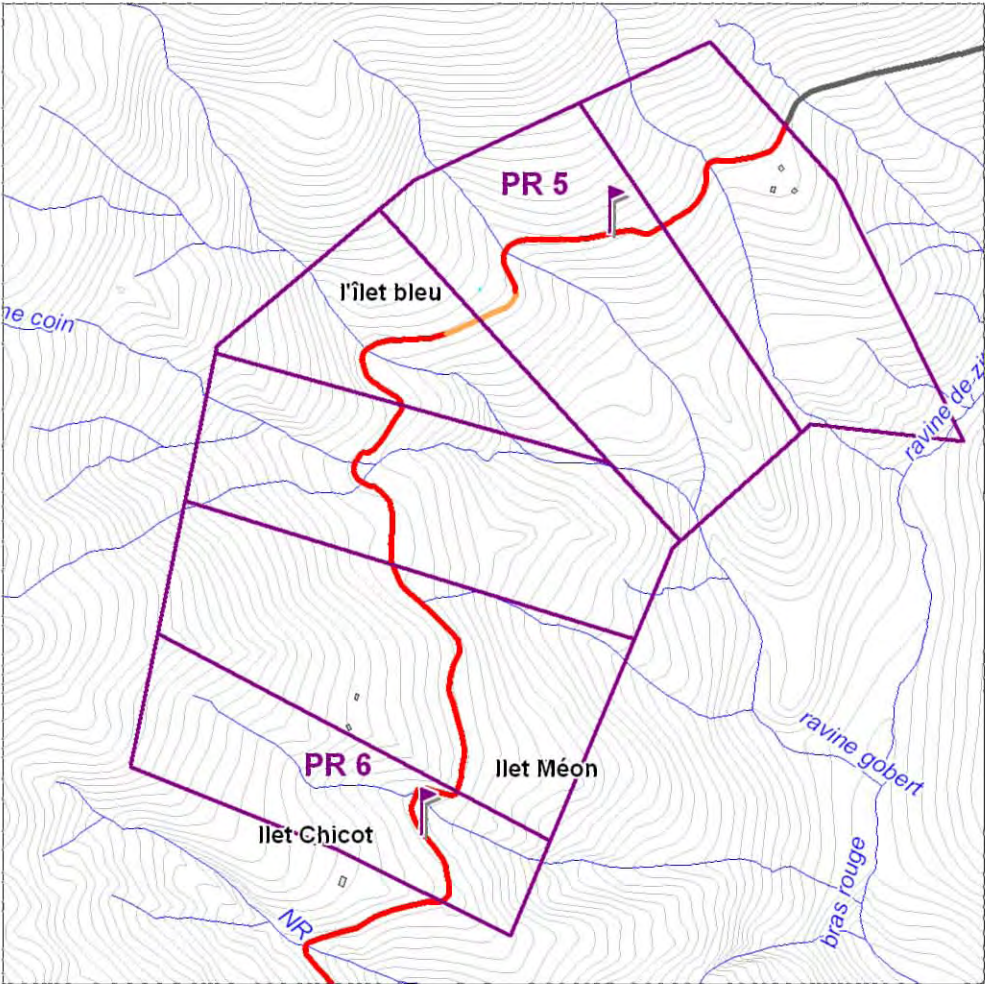
RD 242 - Tronçon D
PR 4 + 770 au PR 6 + 080
Exposition aux aléas mouvements de terrain



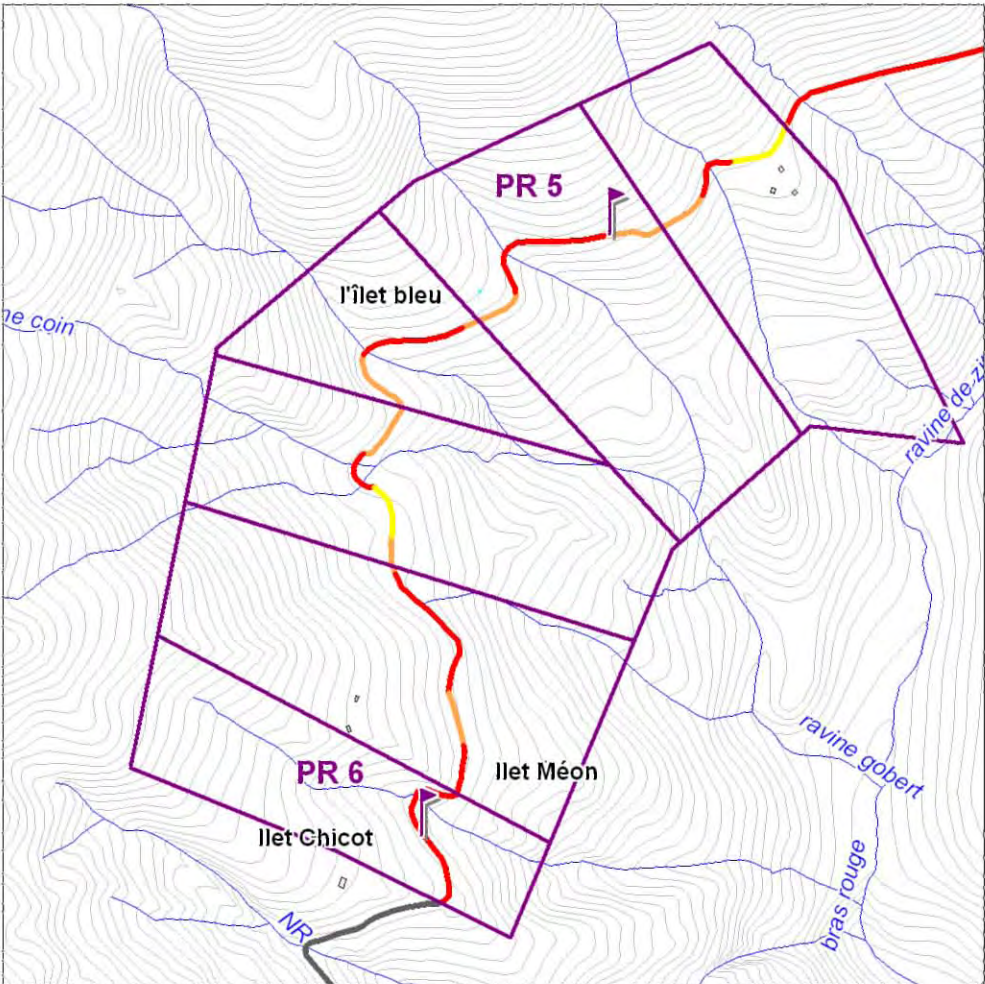
Aléa "talus amont"



Aléa "versants amont"



Aléa "aval"



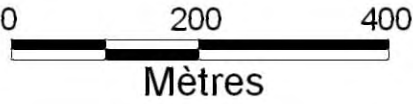
Fond Topographique : BD TOPO IGN 2008
Cartographie : BRGM - Service géologique de La Réunion - 2010

Légende :

- Aléa faible
- Aléa moyen
- Aléa élevé
- Aléa très élevé



D1 | Limite et N° sous-tronçon

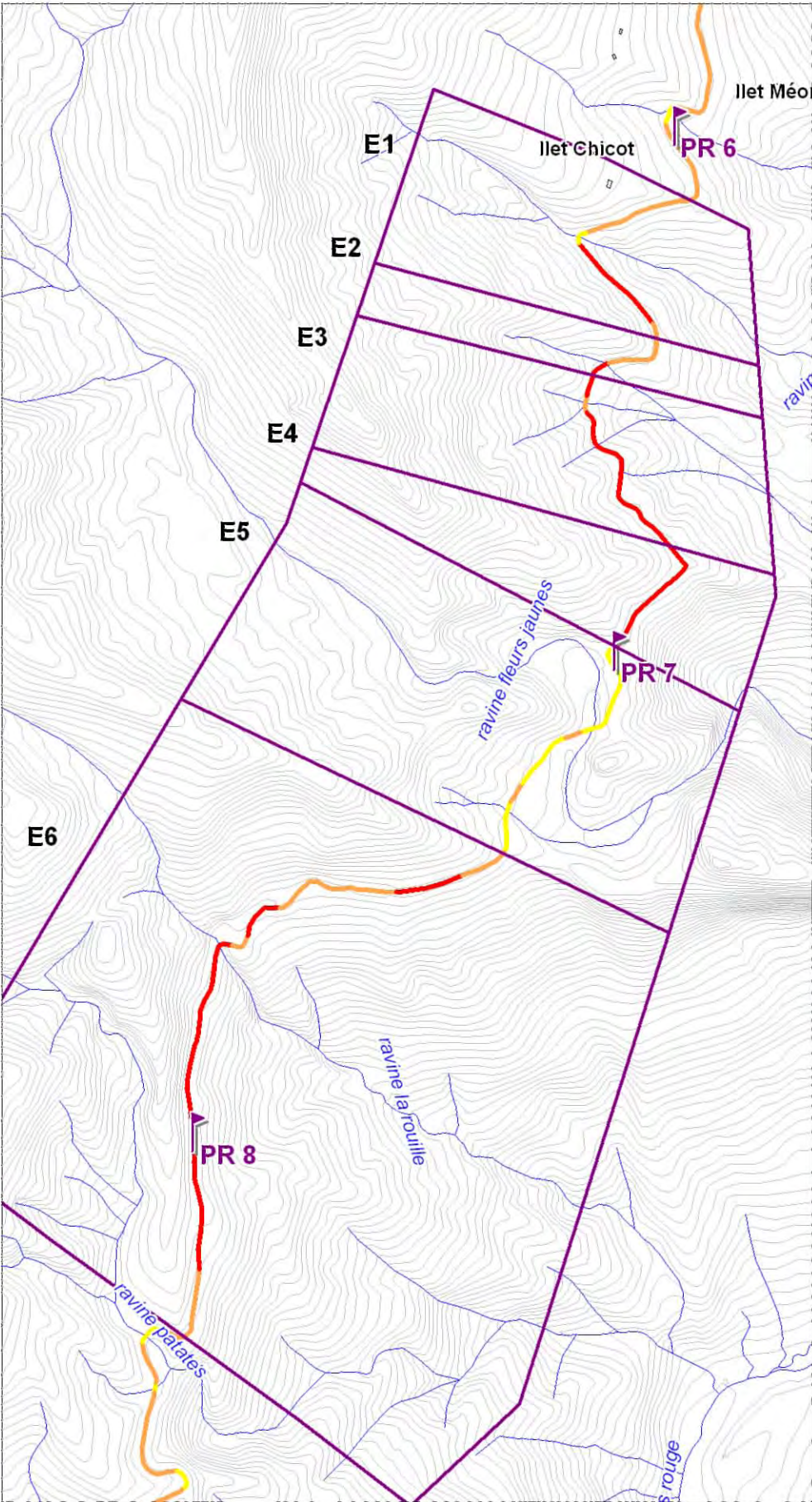


RD 242 - Tronçon E
PR 6 + 080 au PR 8 + 240
Exposition aux aléas mouvements de terrain

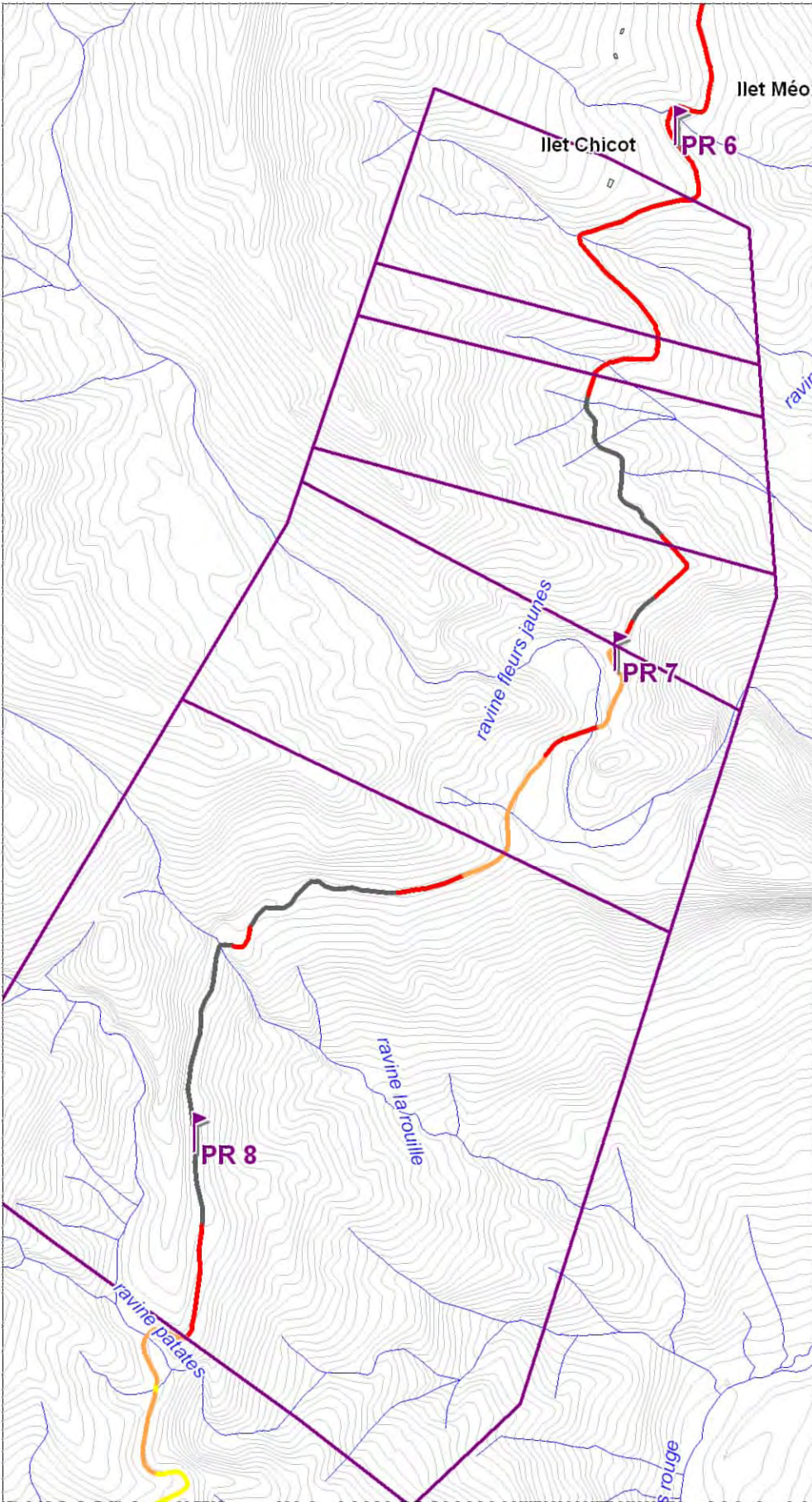


Légende :
Aléa faible
Aléa moyen
Borne
Aléa élevé
Aléa très élevé
E1 | Limite et N° sous-tronçon

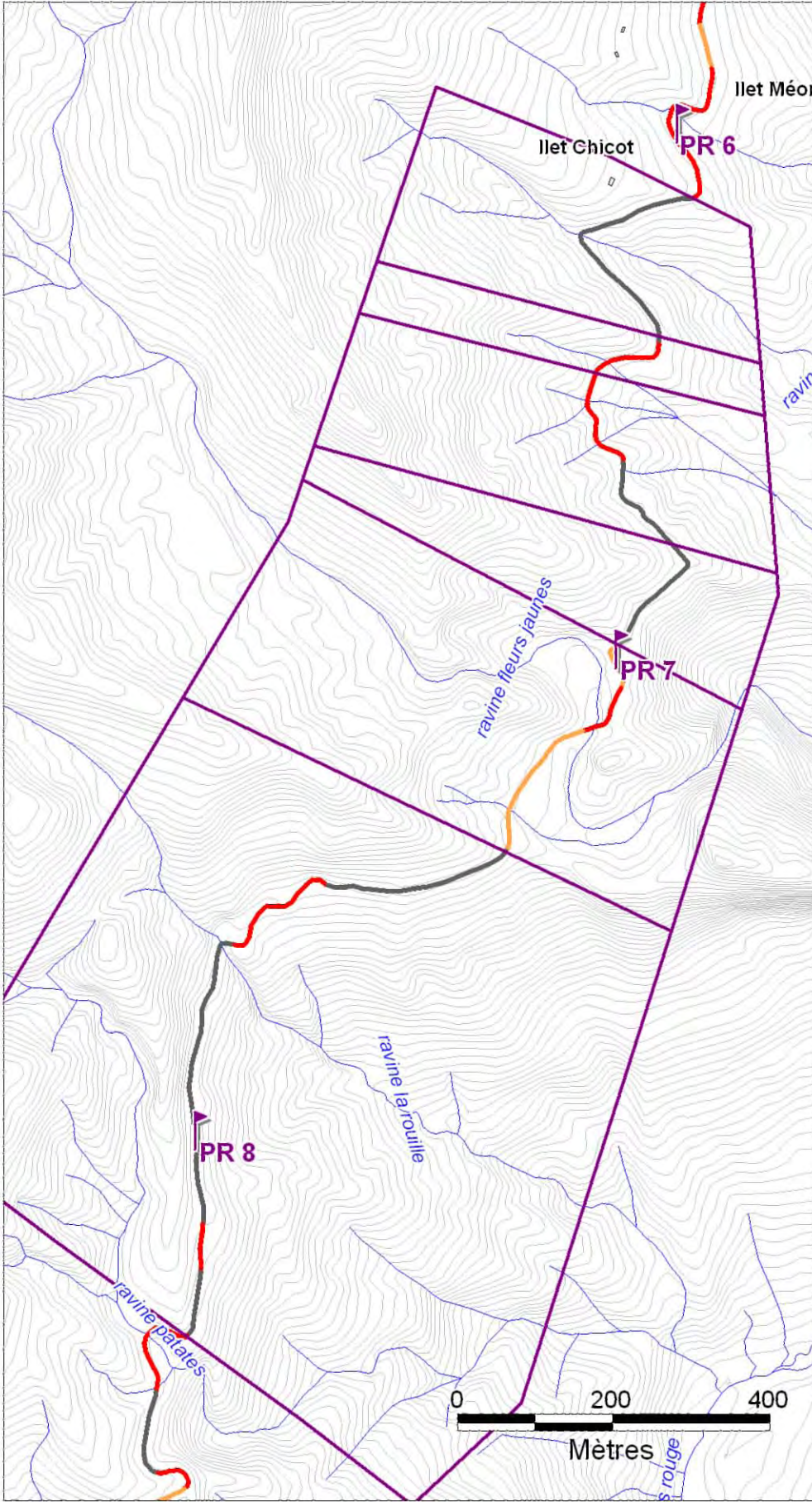
Aléa "talus amont"



Aléa "versants amont"



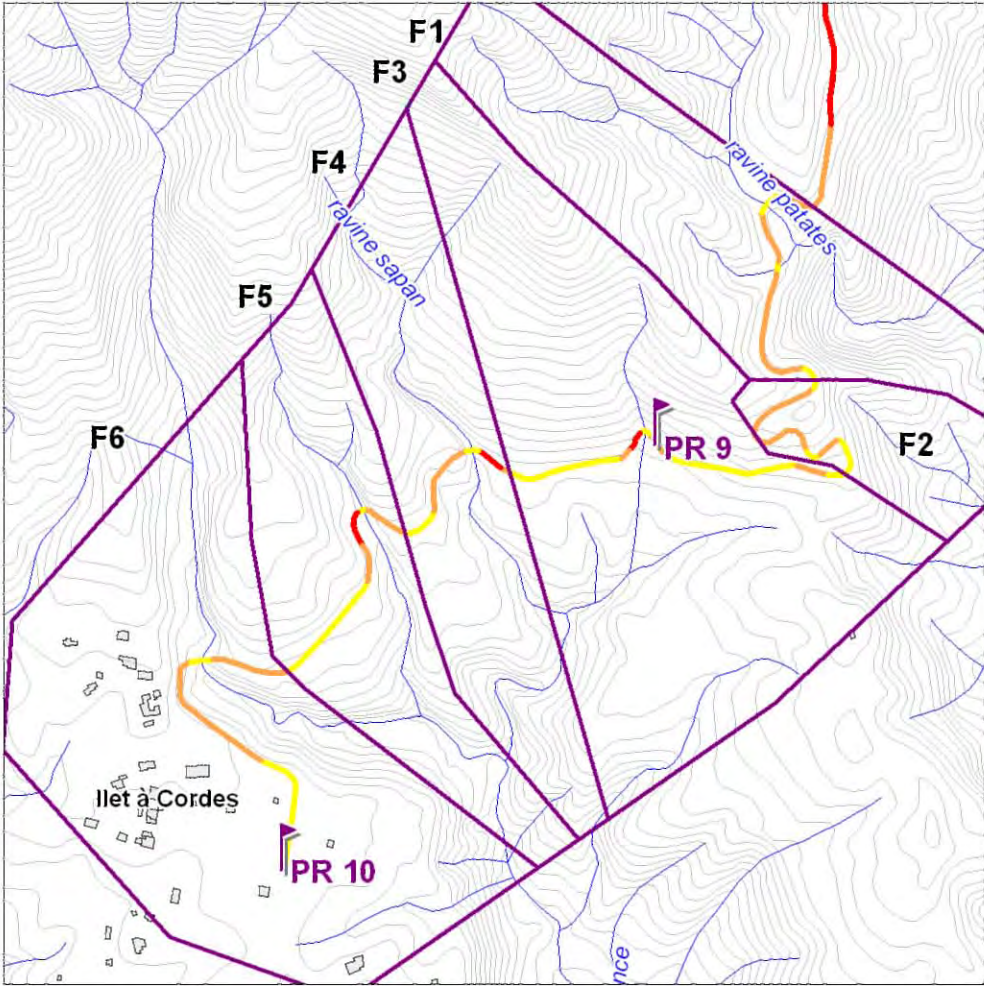
Aléa "aval"



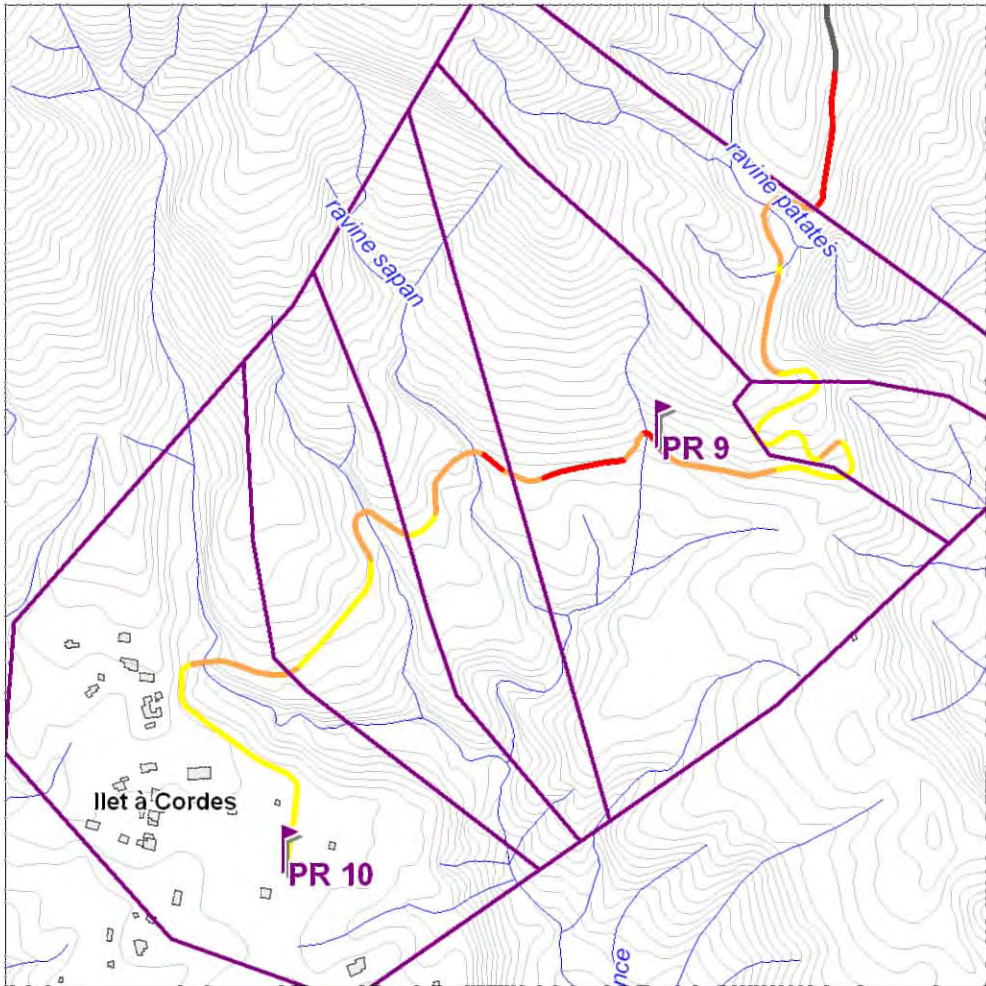
RD 242 - Tronçon F
PR 8 + 240 au PR 10
Exposition aux aléas mouvements de terrain



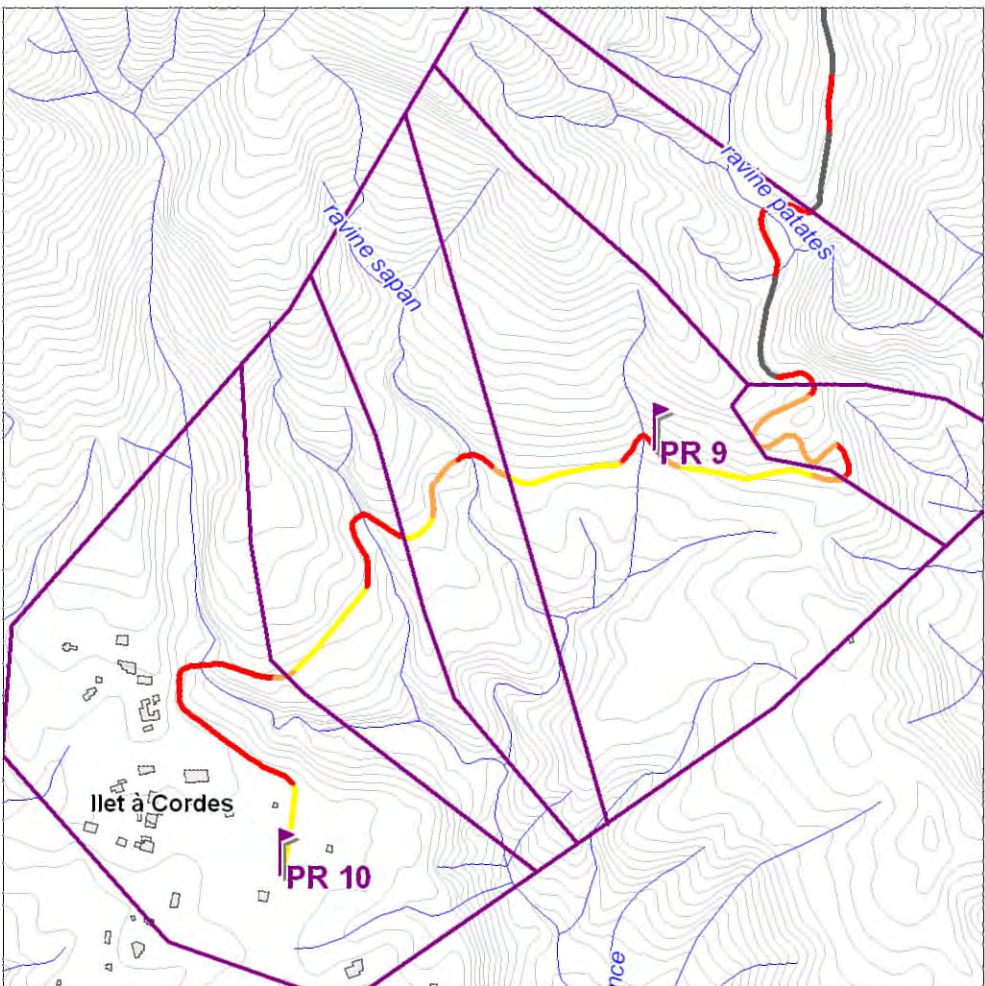
Aléa "talus amont"



Aléa "versants amont"

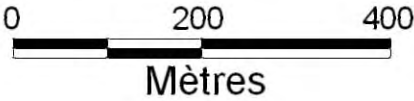


Aléa "aval"



- Légende :**
- Aléa faible
 - Aléa moyen
 - Aléa élevé
 - Aléa très élevé
 - Borne
 - F1 Limite et N° sous-tronçon

Fond Topographique : BD TOPO IGN 2008
Cartographie : BRGM - Service géologique de La Réunion - 2010



Annexe 3

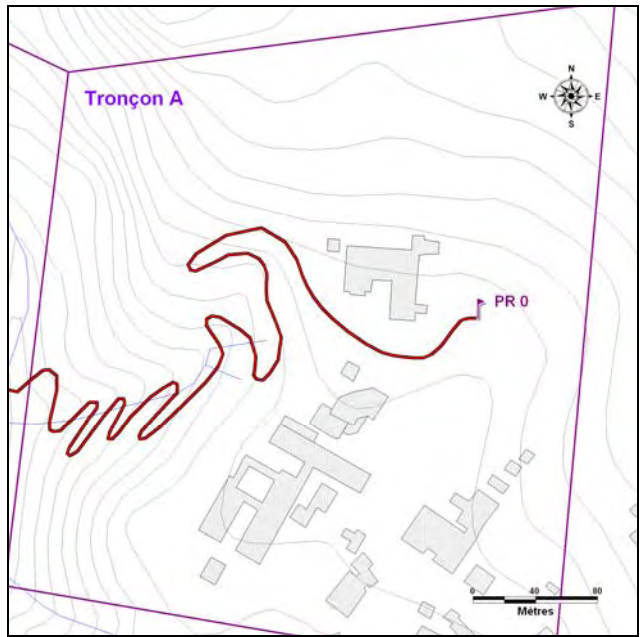
Fiches de synthèse des tronçons étudiés

Date d'observation
Septembre – octobre 2010

Identification du tronçon

N° tronçon : A
P.R. : PR 0 au PR 0 + 880 - **localisation :** les Rampes des Thermes

Longueur : 880 m



Description de la zone

Morphologie :

Le tronçon concerné est situé en rive gauche du Bras des Etangs et correspond à la zone des Rampes des Thermes. Il peut être scindé en deux parties morphologiquement différentes :

- la première partie du tronçon est située en zone urbaine, en aval des thermes, dans une zone relativement plane ;
- la seconde partie est située le versant du Bras des Etangs et comprend une succession de 11 lacets sur 730 ml environ. La pente moyenne du versant est de l'ordre de 50°.

Géologie :

Les lacets se situent dans les brèches de démantèlement du cirque en contact avec le substratum basaltique affleurant dans le Bras des Etangs. Ce contact correspond à la cicatrice du glissement de grande ampleur du Plateau des Chênes. La présence de dykes constitue des plans privilégiés de glissement.

Hydrogéologie - Hydrologie :

Les Rampes des Thermes desservent le site de captage des eaux thermales de Cilaos en rive droite du Bras des Etangs. Les brèches perméables sont le siège de nombreuses circulations d'eau provenant du Plateau des Chênes. Ces venues d'eau sont défavorables à la stabilité du versant. Le franchissement du Bras des Etangs s'effectue par un pont voûte de large section.

Ouvrage :

Les lacets de la RD242 sont soutenus par des murs en maçonnerie liaisonnée, disposant de barbacanes.

Instabilités recensées

Si l'ensemble du tronçon se situe à l'intérieur de la zone de glissement en masse du Plateau des Chênes, les désordres recensés concernent en premier lieu le secteur des rampes, qui connaît une fissuration suivie depuis une quinzaine d'années environ et qui montrerait une lente évolution.

Évènements historiques

- **1878 :** Chute de blocs d'ampleur hectométrique à proximité du PR 0+540 ;
- **15 janvier 1878 :** Lave torrentielle empruntant le lit du Bras des Etangs. Un phénomène analogue se serait produit en 1948, endommageant les anciens thermes ;
- **1995 :** Réactivation des fissurations sur les rampes après les pluies du mois d'avril 1995. Repérage des fissures en novembre de la même année.

Photographies



Partie inférieure des rampes

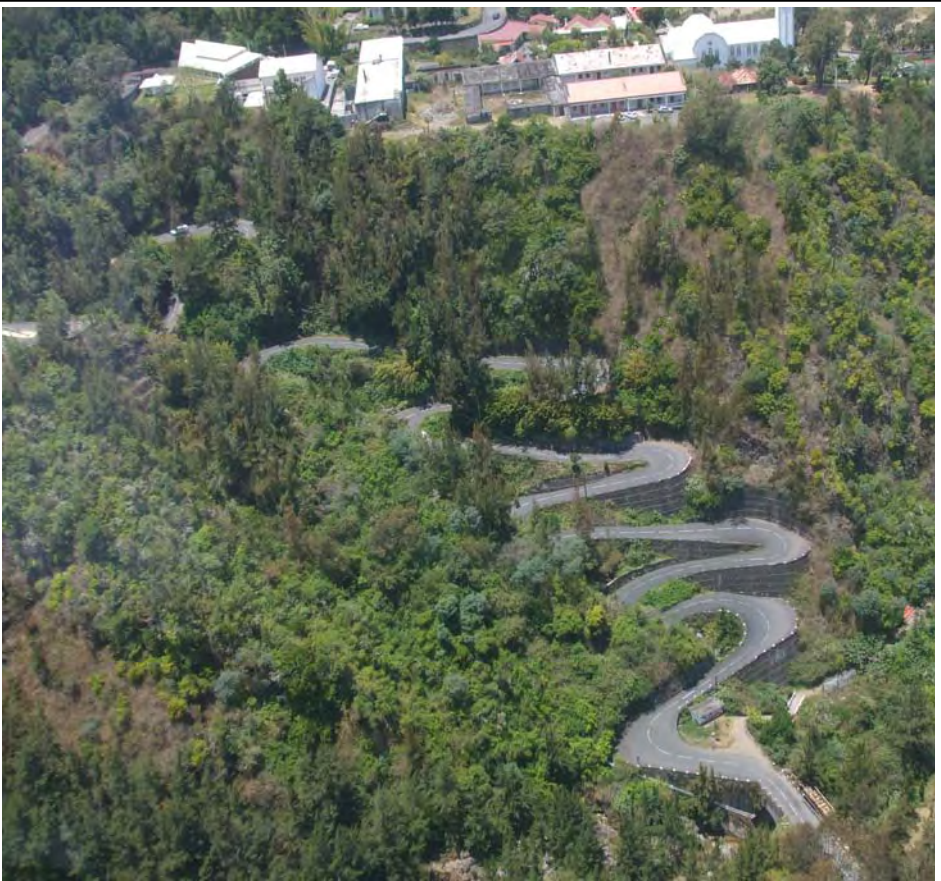


Ecoulements dans les rampes suite à Gamède (février 2007)

Synthèse sur les instabilités

Ce secteur est situé à l'intérieur de l'emprise du glissement en masse du Plateau des Chênes. Ce mouvement, dont l'activité est dans l'ensemble lente et dont les manifestations constatées se limitent notamment à une légère fissuration des ouvrages de soutènement, dans les rampes, est en mesure de connaître des phases d'accélération plus ou moins nette, pouvant significativement aggraver les désordres, voire (plus particulièrement dans les lacets) entraîner un départ « massif » de la route.

Par ailleurs, des instabilités plus superficielles apparaissent en mesure d'impacter la chaussée dans le secteur des rampes, dont les lacets se développent en contrebas d'un versant plus ou moins boisé, dont la hauteur atteint jusqu'à une cinquantaine de mètres. Des instabilités (glissements dans les colluvions, déchaussement de bloc notamment) peuvent prendre naissance dans ces pentes et se propager sur la chaussée. Immédiatement au-dessus de certains ouvrages de soutènement, des zones non boisées peuvent laisser prise à l'érosion.



Vue aérienne générale du tronçon

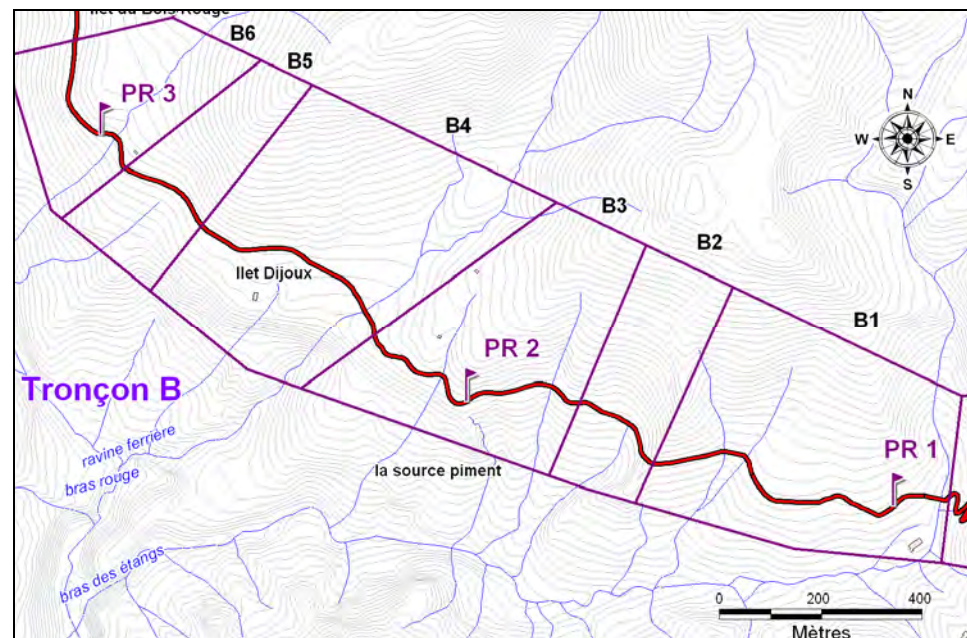
Identification du tronçon

N° tronçon : B

P.R. : PR 0+080 au PR 3+220 -

Longueur : 3 150 m

Localisation : proximité de l'Ilet Dijoux



Le secteur a été subdivisé en 6 sous-tronçons :

- secteur B1 : PR 0+080 au PR 1+580 ;
- secteur B2 : PR 1+580 au PR 1+750 ;
- secteur B3 : PR 1+750 au PR 2+260 ;
- secteur B4 : PR 2+260 au PR 2+700 ;
- secteur B5 : PR 2+700 au PR 2+900 ;
- secteur B6 : PR 2+900 au PR 3+220.

Description de la zone

Morphologie : La route suit un itinéraire sensiblement parallèle aux courbes de niveaux. Les pentes des versants amont sont généralement comprises entre 40° et 60° pour les zones à proximités des ravines. Ces versants amont s'étendent sur environ 250 à 300 m au niveau des flancs de Bonnet Carré et au Nord de l'Ilet Dijoux. Vers le PR 2+300, la route traverse la Ravine Ferrière, dont la tête de bassin versant remonte à environ 700 m au-dessus de la RD242. Les talus routiers amont peuvent faire de 5 à 15 m de hauteur environ pour des pentes parfois très redressées, de 70° à 80° environ au niveau des zones d'arrachements récentes. Le talus aval présente également une végétation dense avec des pentes généralement importantes, à l'exception du passage de l'Ilet Dijoux. Ces versants se développent sur des hauteurs comprises entre 50 m et 300 m environ, avec en pied le Bras des Etangs.

Géologie : Le secteur se trouve majoritairement dans des dépôts d'avalanche de débris de Cilaos (brèche I) avec la présence de méga-blocs plurimétriques. Quelques zones (extrémité Est) présentent des faciès de coulées de lave avec des basaltes à olivine. Au niveau du PR 2, on observe de nombreux affleurements de sills et de dykes en amont de la route. Le secteur présente deux failles : une première Nord / Sud au droit du PR 1+700, la seconde NW / SE au Nord de l'Ilet Dijoux.

Hydrologie : Le secteur, orienté sensiblement Est-Ouest, est recoupé par deux bassins versants principaux, de 82 ha (bassin versant de la Ravine Ferrière) et 200 ha (bassin versant de la Ravine du Bras des Etang à son extrémité Est). Le passage de la Ravine Ferrière se fait au moyen d'une succession de trois ouvrages hydrauliques à l'Est de l'Ilet Dijoux.

Ouvrage : Un écran en gabions d'environ 20 ml (hauteur 2 m) a été édifié récemment vers le PR 1+600. Des fossés en pied de talus routier amont courent sur certains linéaires, mais présentent des sections relativement réduites.

Synthèse sur les instabilités

A l'extrémité Est du tronçon, la route est concernée par le glissement en masse du Plateau des Chênes (cf. fiche tronçon A) et par de possibles laves torrentielles pouvant emprunter le lit du Bras des Etangs (épisodes importants survenus en 1848 et, semble-t-il, 1948).

Ce tronçon traverse par ailleurs les flancs sud des reliefs du Bonnet Carré et de la Tête de Lion, dont les caractéristiques morphologiques laissent suspecter l'existence de mouvements en grande masse (de nombreuses figures d'arrachements sont visibles dans les pentes, à hauteur plus ou moins grande au-dessus de la route). La RD242 ne présente pas actuellement de désordre témoignant, de façon flagrante, de ces grands mouvements. Pour autant, à plus ou moins long terme, au regard du contexte topographique, la possibilité d'une activité glissement de terrain plus ou moins rapide n'est pas à exclure.

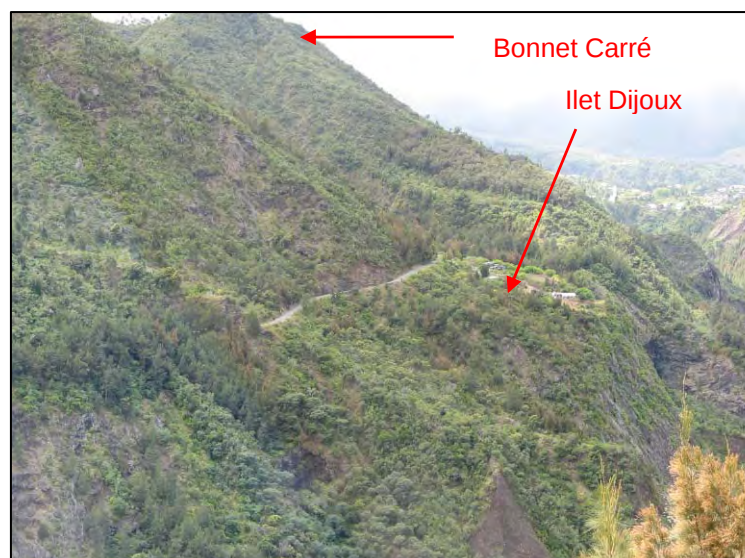
Comme cela s'est passé en 1987 sous l'Ilet Dijoux, avec un écoulement relativement important, les pentes aval sur ce tronçon sont susceptibles de donner naissances à des instabilités d'ampleur variable, favorisées potentiellement par l'action érosive en pied du Bras des Etangs. Ces instabilités, de façon plus ou moins rapide en fonction de la nature des matériaux et de la proximité de l'arrachement, sont en mesure d'induire par évolution régressive des désordres sur la route.

Par ailleurs, les versants amont, au regard de leurs pentes marquées et en dépit d'un boisement globalement assez important, sont susceptibles de libérer des blocs de dimensions assez importantes, voire de donner naissances à des éboulements pouvant impacter la route. Sur certains versants, les pointements rocheux fracturés sont nombreux et les traces de ravinement actives. La fréquence des événements prenant naissance au-dessus des talus routiers reste toutefois, sur ce tronçon, assez limitée.

Photographies



Vue générale des flancs sud du Bonnet Carré, vers le PR 1+800



Bonnet Carré
Ilet Dijoux



Vue générale du tronçon et versants environnants

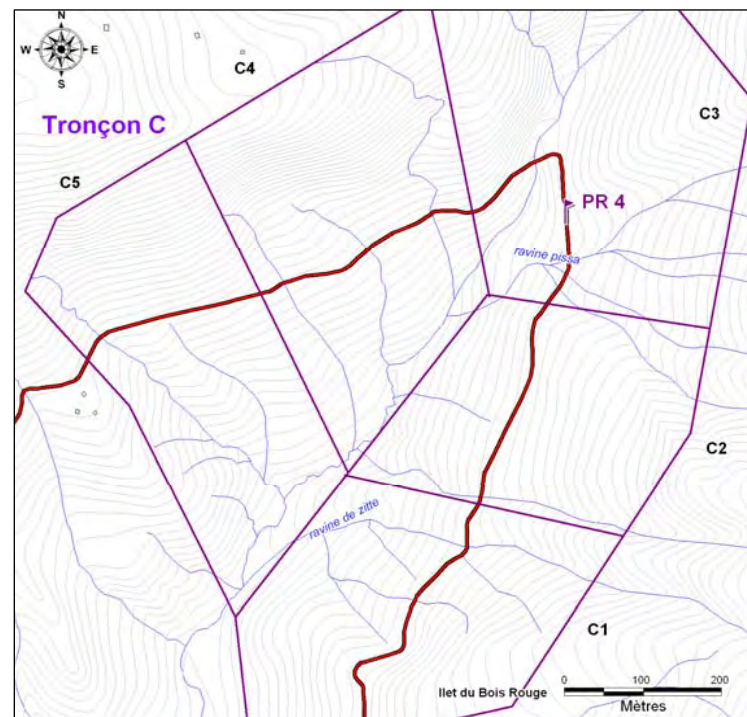
Identification du tronçon

N° tronçon : C

P.R. : PR 3+220 au PR 4+770 -

Longueur : 1 550 m

Localisation : Ravine de Bras Rouge.



Sur ce tronçon, 5 sous-secteurs ont été distingués :

- C1 : PR 3+220 au PR 3+600 ;
- C2 : PR 3+600 au PR 3+880 ;
- C3 : PR 3+880 au PR 4+230 ;
- C4 : PR 4+230 au PR 4+530 ;
- C5 : PR 4+530 au PR 4+770.

Description de la zone

Morphologie : Le tronçon traverse la Ravine de Bras Rouge, située vers le PR 4+150. Le tracé suit approximativement les lignes de niveaux, sur des pentes de 60° à 80° environ. Les versants amont sont très redressés notamment sur la rive droite de Bras Rouge, en contrebas de l'Ilet des Salazes. A ce niveau, le versant s'élève sur 200 m à 300 m de hauteur et est en grande partie non boisé.

Sur la rive opposée, la Tête de Lion domine de près de 600 m la route, tandis que ses flancs ouest sont entaillés par plusieurs ravines. En aval de la route également, les versants sont abrupts, hauts de 100 m à près de 200 m de hauteur, et sont le plus souvent en proie à une activité érosive importante. Le franchissement des Ravines Bras Rouge, Pissa et Zitte s'effectue dans des secteurs peu végétalisés, tant en amont qu'en aval de la route.

Géologie : Le tronçon traverse essentiellement des affleurements de l'avalanche de débris de Cilaos, avec des secteurs (Cap Tuf – zone sud de la rive droite de Bras Rouge) de dépôts de glissements récents (Brèche II). Un grand nombre de dykes traverse l'avalanche de débris notamment sur la rive droite de Bras Rouge.

Hydrologie : Ce secteur est marqué par l'existence de plusieurs bassins versants plus ou moins vastes:

- les ravines drainant le secteur de Cap Tuf, dont la Ravine de Zitte d'un bassin versant de 11 ha ;
- la Ravine Pissa, drainant les versants au Nord de la Tête de Lion, jusque 2 300 m d'altitude ;
- le Bras Rouge, d'un bassin d'alimentation de près de 500 ha ;
- plusieurs petites ravines descendant du flanc sud de l'Ilet des Salazes.

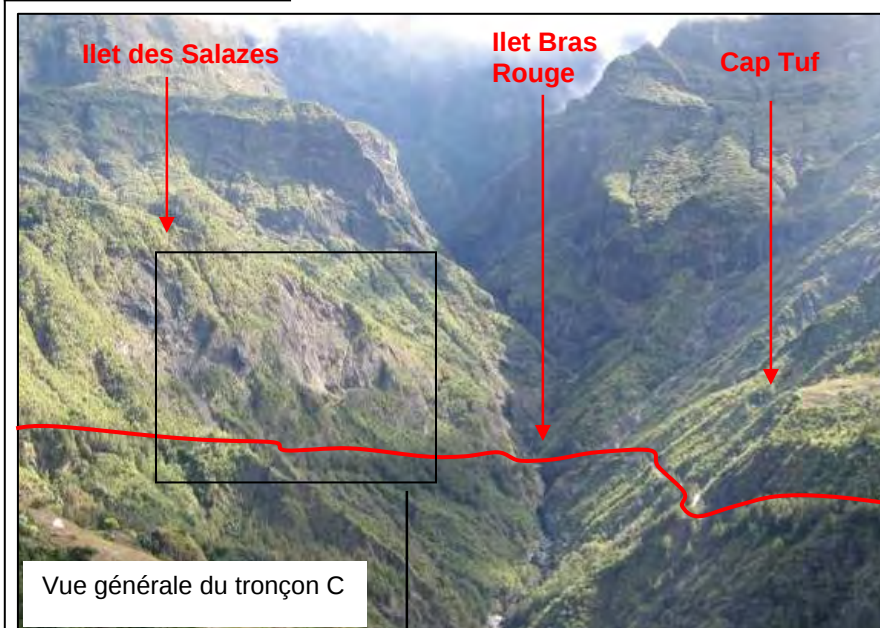
Ouvrage : Les pentes aval au niveau du secteur Cap Tuf ont sur certaines zones été confortées par des ouvrages gabions. On notera également l'existence vers le PR 4+400, quelques mètres en contrehaut de la chaussée, d'un gros bloc dont l'assise a été confortée par un ouvrage maçonné.

Synthèse sur les instabilités

Ce tronçon est concerné par les principales sources d'instabilités suivantes :

- Le franchissement du secteur de Cap Tuf, sur lequel les chutes de pierres et de blocs plus ou moins isolées mais également des éboulements plus importants recouvrant totalement la chaussée sont relativement fréquents, constitue un des secteurs les plus problématiques du tracé de la RD242. Quasiment chaque épisode pluvieux marqué donne naissance à un événement d'ampleur conséquente. La vulnérabilité du secteur est accrue par le fait que l'accotement offre une zone d'arrêt fréquemment utilisée par les automobilistes. Les pentes aval sont également sources d'instabilités du fait d'une activité érosive plus ou moins intense. Cette sensibilité se prolonge sur toute les pentes aval de la rive gauche jusqu'au pont de Bras Rouge ;
- Au Nord de Cap Tuf, les versants se développant en aval de la Tête de Lion sont susceptibles de donner naissances à des mouvements en masse, par glissements de dépôts de couverture sur une intrusion conforme à la pente. Le secteur présente de nombreux écoulements, qui en période fortement arrosée peuvent s'avérer fortement préjudiciables pour la stabilité des terrains ;
- Le bassin versant est potentiellement concerné par des mouvements de grande ampleur, pouvant donner naissances à des laves torrentielles de très grande intensité. Ainsi en 1980 et les années suivantes (1983 et 84), suite à éboulement en masse survenu en partie haute du bassin versant, des laves torrentielles auraient emporté le pont. Un nouvel épisode d'écoulements fortement chargés se serait produit il y a quelques années ; des dépôts de matériaux sont encore visibles à la base du tablier et trahissent le niveau atteint par l'événement. Les gorges en amont de la RD242 constitue un secteur favorable à la formation d'embâcles ;
- Sous l'Ilet des Salazes, les falaises et versants moins abruptes en aval sont potentiellement générateurs de chutes de blocs isolés et d'instabilités plus importantes pouvant impacter plus ou moins durement la route. Cette dernière apparait également vulnérable vis-à-vis d'instabilités aval, les versants en contrebas de la chaussée se développant sur une hauteur comprise entre 20 m et plus de 150 m et connaissant une activité érosive plus ou moins prononcée.

Photographies



Vue générale du tronçon C



Vue générale des versants amont, sous l'Ilet des Salazes (rive droite bras Rouge)



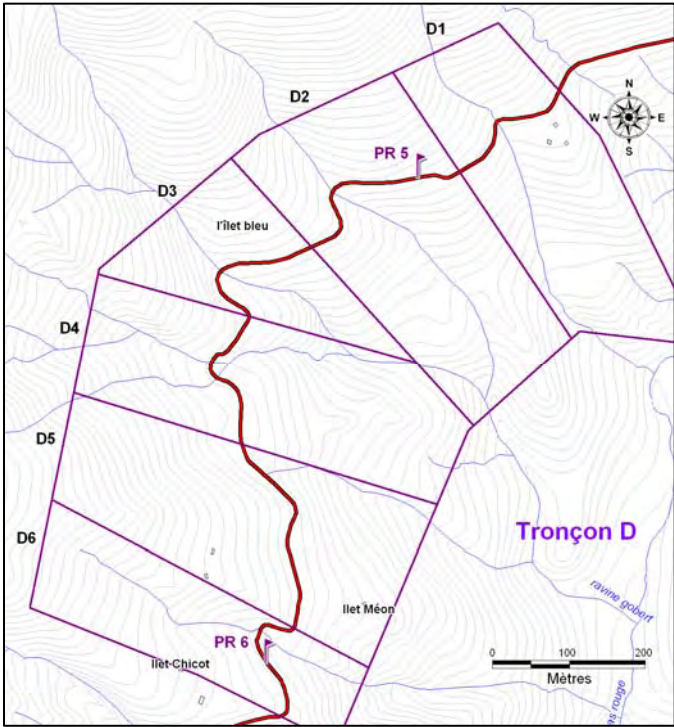
Ravine Pissa
 Ilet Dijoux
 Cap Tuf



Vue générale des versants en rive gauche de la Ravine Bras Rouge

Identification du tronçon

N° tronçon : D
P.R. : PR 4+770 au PR 6+080
Longueur : 1 330 m
Localisation : Ilet Bleu et Ilet Méon



Ce secteur comprend six sous-tronçons :

- D1 : PR 4+770 au PR 4+960 ;
- D2 : PR 4+960 au PR 5+220 ;
- D3 : PR 5+220 au PR 5+420 ;
- D4 : PR 5+420 au PR 5+630 ;
- D5 : PR 5+630 au PR 5+900 ;
- D6 : PR 5+900 au PR 6+080.

Description de la zone

Morphologie : Ce tronçon est caractérisé par le franchissement de plusieurs ravines. Les versants y sont imposants, atteignant environ 300 m de hauteur en aval de la route et entre 300 m à près de 800 m, en amont de la chaussée. Les dénivelés les plus importants sont atteints dans le bassin versant de la Ravine Gobert, remontant jusqu'au niveau de la Plaine des Fraises vers 2 000 m d'altitude. De nombreux escarpements rocheux très redressés sont présents sur ce tronçon, notamment dans le secteur de l'Ilet Bleu. Globalement, la végétation reste assez peu développée et laisse une prise assez importante aux processus érosifs. L'Ilet Méon et Ilet Chicot sont deux pans inclinés à vocation agricole, se développant tant en amont qu'en aval de la route. Par ailleurs sur le tronçon, les versants aval voient alterner escarpements sub-verticaux et zones à la morphologie plus douce.

Géologie : Ce secteur est situé en majorité dans des dépôts de glissements récents sauf au Nord, à proximité du PR 5, où les affleurements correspondent à des dépôts d'avalanches de débris à méga-blocs. C'est dans ces dépôts que se retrouvent le plus grand nombre de dykes de basalte à olivine.

Hydrologie : Le linéaire recoupe 6 ravines orientée NW / SE : la Ravine Gobert, la Ravine Coin et d'autres affluents de la Ravine Bras Rouge. Les bassins versant sont compris entre 22 ha pour la Ravine Coin et 60 ha pour la Ravine Gobert. Le franchissement de la route s'effectue essentiellement par des ouvrages busés.

Ouvrage : RAS.

Synthèse sur les instabilités

Selon la bibliographie, ce tronçon traverserait, dans le secteur de l'Ilet Bleu, une zone de glissement en masse affectant les pentes du bassin versant de la Ravine Gobert et les versants situés au-dessous de l'arête de l'Ilet Fleurs Jaunes. La route ne montre pas d'indices significatifs témoignant de cette activité mais celle-ci n'est pas à exclure.

Au-delà de ces phénomènes de grande ampleur, les versants tant amont qu'aval sont globalement peu densément boisés et sont de fait assez largement en proie à l'érosion. Cette activité érosive peut contribuer à générer des phénomènes d'ampleur relativement importante. Les talus routiers amont, dont la hauteur est dans l'ensemble relativement modérée, génère néanmoins un aléa le plus souvent moyen à élevé, en lien notamment avec les caractéristiques mécaniques peu favorables des formations en présence.

La Ravine Gobert, au regard de son bassin d'alimentation et des apports solides possibles, est susceptible de donner naissance à des écoulements assez fortement chargés pouvant impacter la route.

Photographies



Vue des versants de l'Ilet Chicot et de l'Ilet Méon



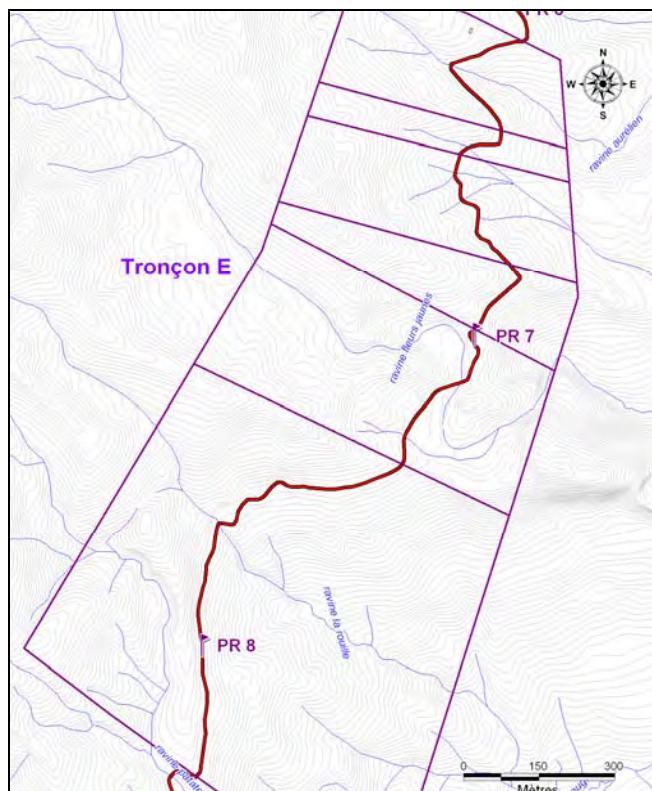
Ilet Méon et en arrière plan partie basse des versants de la Ravine Gobert



Vue générale des versants amont et aval du tronçon D, de l'Ilet Chicot à la Ravine Gobert

Identification du tronçon

N° tronçon : E **Longueur :** 2 160 m
P.R. PR 6+080 au PR 8+240
Localisation Fleurs Jaunes / Ravine la Rouille



Ce tronçon comprend 6 sous-tronçons :

- E1 : PR 6+080 au PR 6+410 ;
- E2 : PR 6+410 au PR 6+500 ;
- E3 : PR 6+500 au PR 6+790 ;
- E4 : PR 6+790 au PR 7 ;
- E5 : PR 7 au PR 7+300 ;
- E6 : PR 7+300 au PR 8+240.

Description de la zone

Morphologie :

A l'exception de façon très limitée vers le Piton Sucre, le tronçon traverse des secteurs aux versants amont et aval très hauts et très abruptes, sur lesquels la végétation est très limitée et donc les phénomènes érosifs dans l'ensemble très actifs. Les pentes assez fréquemment dominant directement la chaussée, avec des talus routiers amont souvent confondus avec les versants sus-jacents, tandis qu'en aval de la route les pentes plongent la plupart du temps de façon assez vertigineuse. La RD242 traverse les Ravines de Fleurs Jaunes et la Rouille, aux bassins étendus et soumis à une activité de mouvement de terrain relativement intense.

Géologie :

Du point de vue géologique, ce secteur est fortement hétérogène avec une succession d'affleurements d'avalanche de débris et de dépôts de glissements récents comprenant de nombreux méga-blocs. Localement, au niveau notamment du PR 6+600 et au niveau de la Ravine la Rouille, les coulées de lave à olivine affleurent au contact des avalanches de débris. Ces coulées sont traversées par de nombreux sills et dykes, intrusions plus largement assez fréquentes sur ce tronçon et contribuant à déstructurer le matériel rocheux. Un décrochement senestre est à l'affleurement au niveau de la rive droite de la Ravine Aurélien. Les formations sont dans l'ensemble caractérisées, sur ce tronçon, par un état d'altération marqué.

Hydrologie :

Le tronçon E traverse trois ravines relativement importantes (du Nord au Sud) :

- la Ravine Aurélien : bassin versant de 23 ha ;
- la Ravine Fleurs Jaunes : bassin versant de 250 ha ;
- la Ravine la Rouille : bassin versant de 20 ha.

Ouvrages : RAS

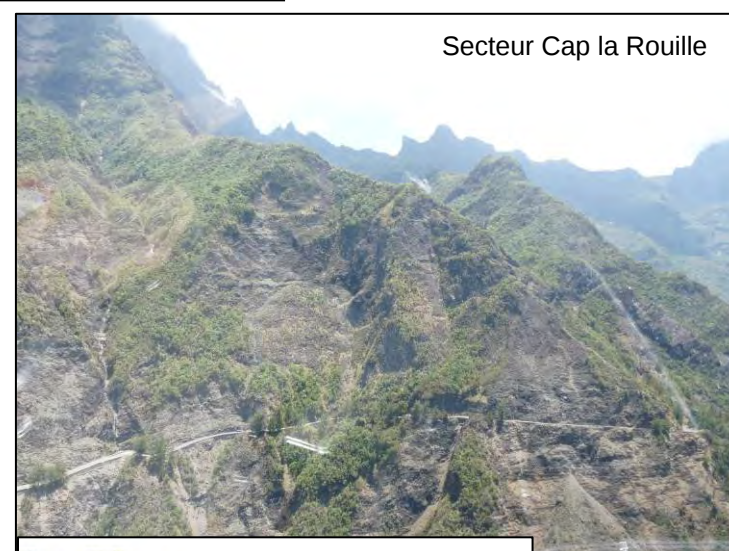
Synthèse sur les instabilités

Selon la bibliographie, le tronçon recouperait une zone de mouvement de grande ampleur, au niveau des versants de la Ravine Patates et de la Ravine la Rouille, en contrebas du Piton Fleurs Jaunes.

Le secteur du Cap la Rouille, sensiblement entre les PR 7+800 et PR 8+050 est par ailleurs parmi les plus problématiques du tracé de la RD242, avec une activité régulière de chutes de pierres et de blocs, voire d'éboulements plus conséquents (la route est surplombée par un imposant versant bréchique très altéré et fracturé), et de récurrentes divagations torrentielles de la Ravine la Rouille, s'étalant largement sur la chaussée (sur près de 200 ml dans les cas les plus violents). En cas d'instabilité dans la pente amont (le talus routier est quasiment confondu avec le versant sus-jacent), la chaussée est quasi-systématiquement atteinte. Au Nord également, la chaussée circule à l'aplomb de vastes pentes au rocher très déstructuré.

Au niveau du Cap la Rouille mais également en direction du Piton Sucre sur plusieurs centaines de mètres, la chaussée est fortement exposée aux instabilités pouvant prendre naissance en aval de la route. Les versants très abruptes et la plupart du temps dénués de toute végétation, y sont intensément ravinés. En cas de décrochement, les instabilités pourraient de façon plus ou moins rapide entraîner un arrachement de la plate-forme routière.

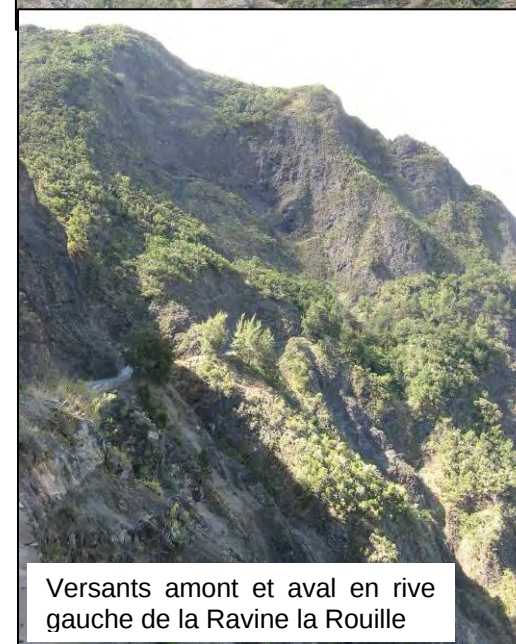
Photographies



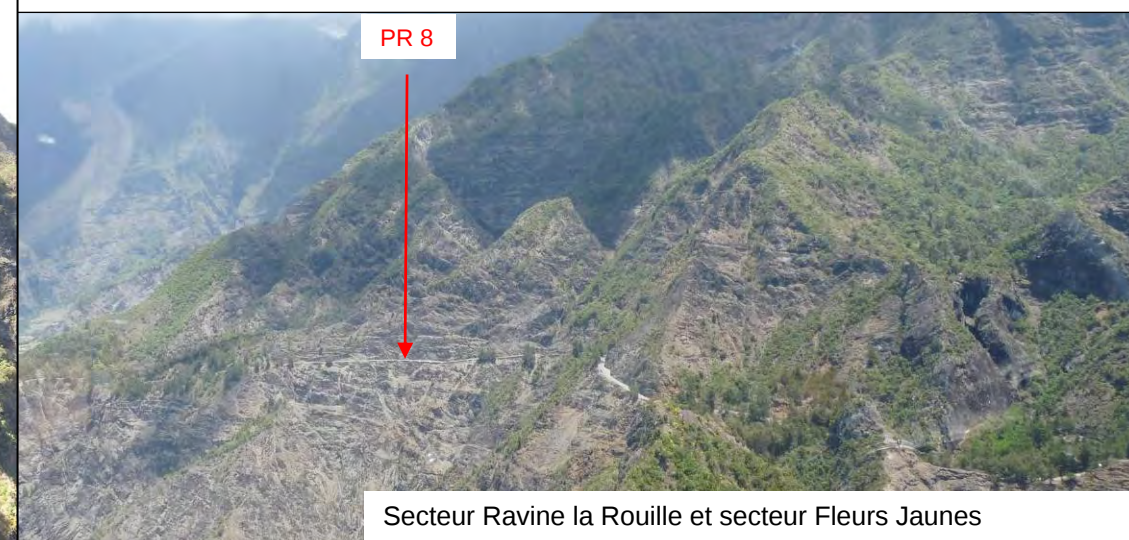
Secteur Cap la Rouille



Illet Chicot et partie Sud des versants de l'arête de l'Illet Fleurs Jaunes



Versants amont et aval en rive gauche de la Ravine la Rouille



Secteur Ravine la Rouille et secteur Fleurs Jaunes

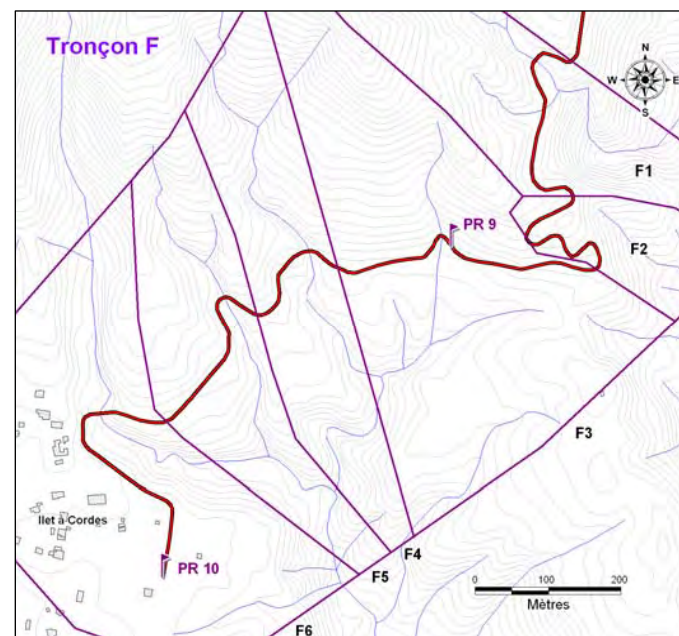
Identification du tronçon

N° tronçon : F

P.R. : PR 8+240 au PR 10

Longueur : 1 760 m

Localisation : Entrée d'Ilet à Cordes



Ce tronçon a été découpé en 6 sous-tronçons avec :

- F1 : PR 8 + 240 au PR 8 + 540 ;
- F2 : PR 8 + 540 au PR 8 + 790 ;
- F3 : PR 8 + 790 au PR 9 + 180 ;
- F4 : PR 9 + 180 au PR 9 + 350 ;
- F5 : PR 9 + 350 au PR 9 + 610 ;
- F6 : PR 9 + 610 au PR 10.

Description de la zone

Morphologie :

Approximativement jusqu'au PR 8+850, la route surplombe encore d'imposants versants, de hauteur atteignant environ 500 m de dénivelé, en proie à une activité érosive importante. En amont de la route, les versants s'étagent entre quelques dizaines de mètres de hauteur et près de 150 m dans la partie Est. A partir du PR 8+850 environ, la route entre sur le Coteau des Orangers, les pentes aval y sont globalement moins prononcées, à l'exception du franchissement des trois principales ravines encore bien encaissées. Les versants amont sont, sur ce linéaire, relativement abrupts.

A partir du PR 9+950 environ, la route entre sur le Plateau de l'Ilet à Cordes et s'écarte sensiblement du versant rive droite, instable, de la Ravine Patience.

Géologie :

Ce secteur peut être scindé en trois parties distinctes :

- les dépôts d'avalanche de débris de Cilaos du PR 8+800 au PR 9+750 sont constitués d'importants méga-blocs ;
- la partie Nord, au niveau de la Ravine Patates : les affleurements correspondent à des glissements récents ;
- le secteur Sud situé à proximité d'Ilet à Cordes correspond à des dépôts de coulée de débris.

Hydrologie :

Le tronçon F traverse des cours d'eau orienté NW – SE avec du Nord au Sud :

- la Ravine Patates (bassin versant de 48 ha) ;
- la Ravine Sapan et un de ses affluents (bassin versant de 16 ha) ;
- la Ravine Patience et un de ses affluents (bassin versant de 31 ha).

Ouvrages : RAS

Synthèse sur les instabilités

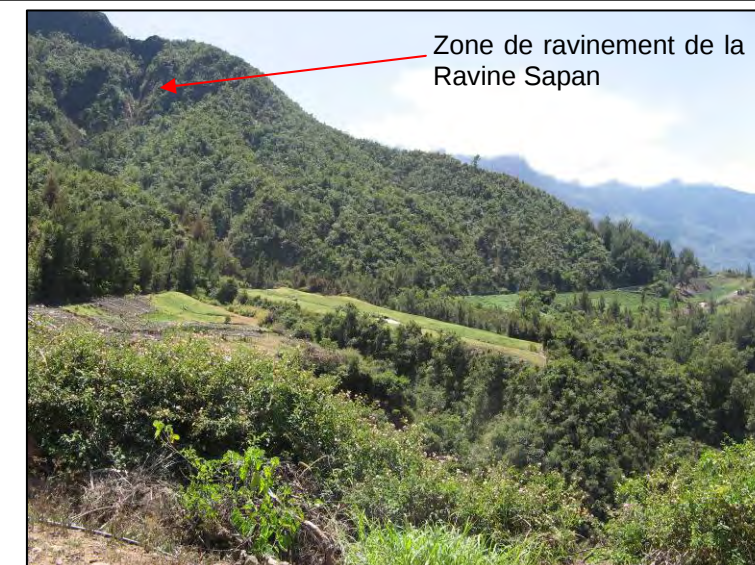
Jusqu'au PR 8+850, la route est exposée aussi bien à une problématique « amont » qu'à une problématique « aval ». La route présente ainsi une vulnérabilité élevée vis-à-vis d'instabilités susceptibles de se développer en contrebas de la chaussée, dans des pentes très redressées où l'activité érosive est globalement fortement marquée. Les pentes amont, talus routiers et versants sus-jacents, sont quant-à-elles en mesure de générer des instabilités plus ou moins conséquentes, au regard notamment des médiocres caractéristiques du matériel rocheux.

A partir du PR 8+850, les instabilités « aval » intéressent principalement les pentes d'encaissement des ravines traversées, Ravine Sapan et Ravine Patience et ravines affluentes de celle-ci. Par ailleurs, jusqu'au franchissement de la dernière ravine avant l'arrivée à Ilet à Cordes, la route est exposée à des chutes de pierres et de blocs provenant des talus routiers ou des versants sus-jacents. A l'exception de chutes de pierres et petits blocs assez fréquentes en rive droite de la Ravine Patience, les désordres restent relativement peu fréquents.

Photographies



Vue générale du bassin versant de la Ravine Patience – Sous-tronçon F6



Zone de ravinement de la Ravine Sapan

Vues générales du sous-tronçon F3





Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional “région”

5 rue Ste-Anne
BP906

97478 St-Denis cedex
Tél. : 02 62 21 22 14