



document public

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR
DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ADMINISTRATION
Direction de la Défense et de la Sécurité Civiles

**les risques d'éboulements, de chutes,
de pierres et de blocs
sur la route littorale N1,
entre Saint-Paul et Saint-Gilles
(Ile de La Réunion)**



document public

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR
DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ADMINISTRATION
Direction de la Défense et de la Sécurité Civiles

les risques d'éboulements, de chutes,
de pierres et de blocs
sur la route littorale N1,
entre Saint-Paul et Saint-Gilles
(Ile de La Réunion)

M. Humbert

novembre 1986
86 REU 158 GEG

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Département Ingénierie Géotechnique
B.P. 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2 - Tél.: (33) 38.64.34.34
DIRECTION COMMERCIALE ET DE COORDINATION GÉOGRAPHIQUE
Service géologique La Réunion
B.P. 1206 - 97484 SAINT-DENIS CEDEX - Tél.: (262) 21.22.14

LES RISQUES D'ÉBOULEMENTS ET DE CHUTES DE PIERRES ET DE BLOCS
SUR LA ROUTE LITTORALE N1,
ENTRE SAINT-PAUL ET SAINT-GILLES (ILE DE LA REUNION)

par
Michel HUMBERT

86 REU 158 GEG

NOVEMBRE 1986

R E S U M E

Depuis son ouverture, cet itinéraire a toujours préoccupé les Services de l'Équipement, mais également en son temps la Compagnie du Chemin de Fer de La Réunion, la voie ferrée empruntant en effet le même tracé que la route du Cap La Houssaye.

Exposé fréquemment à des chutes de pierres et de blocs, à des éboulements, notamment en période de pluies cycloniques, il a été jugé intéressant de replacer tous ces événements dans leur contexte naturel (relief, lithologie, fracturation, drainage ...), mais aussi artificiel, c'est-à-dire lié à l'ouverture et au maintien de la route (talus et parois de falaise retaillés, tunnel ...).

La méthode d'analyse proposée prend en compte de nombreux paramètres et leur confrontation permet d'appréhender un niveau de risque (ou d'atteinte de la route) plus ou moins élevé, modulé et pondéré selon 13 zones linéaires réparties du Cap Marianne à l'entrée de Boucan Canot, 4 d'entre-elles ne présentant aucun danger. A partir de là, des recommandations sectorielles sont formulées, afin de réduire, sinon de supprimer les risques encourus par les usagers de la route.

Cette opération a été financée conjointement par la Direction de la Défense et de la Sécurité civiles, la Délégation aux Risques majeurs et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières, dans le cadre de leurs crédits de recherche, en matière d'études et de prévention des risques naturels.

S O M M A I R E

RESUME

INTRODUCTION.....	1
1 - PRINCIPE DE LA METHODE.....	2
1.1 - TYPES DE DESORDRES A PRENDRE EN COMPTE.....	2
1.2 - ANALYSE DES FACTEURS A L'ORIGINE DES DESORDRES.....	4
1.3 - DEGRE DE RISQUE ENVISAGE.....	5
1.4 - PRESENTATION DES RESULTATS.....	7
2 - ZONAGE DES RISQUES D'EBOULEMENTS ET DE CHUTES DE PIERRES.....	8
2.1 - ENQUETE DOCUMENTAIRE ET ORALE.....	9
2.2 - RECONNAISSANCE DE TERRAIN.....	10
2.2.1 - <i>Cadre de l'étude</i>	11
2.2.2 - <i>Analyse et zonage cartographique</i>	12
CONCLUSION.....	12
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	13

ANNEXES

ANNEXE 1 : Evènements historiques survenus sur la voie ferrée du chemin de fer de La Réunion (C.F.R.) entre 1898 et 1948, au "passage des Caps" (d'après archives C.F.R.).

ANNEXE 2 : Fiches routières "Risques Naturels".

CARTE DE SITUATION ET DE ZONAGE (hors texte) à 1/5 000.

INTRODUCTION

A l'Ile de la Réunion, les Services de l'Equipement sont souvent confrontés aux problèmes de sécurité que posent les éboulements et chutes de pierres et de blocs sur les chaussées. Si l'exemple de la route de la Corniche est particulièrement bien connu, d'autres le sont également comme les liaisons avec ou dans les Cirques et certaines portions de routes du littoral. Leur tâche est donc de signaler les dangers aux usagers et, si nécessaire, de mettre en oeuvre les mesures de surveillance et de protection appropriées.

Sur proposition du Service géologique régional du BRGM et en liaison avec la Direction départementale de la Protection civile et la Direction départementale de l'Equipement, la Direction de la Sécurité civile a donc décidé de financer une reconnaissance particulière de ces problèmes sur la route N1, du Cap La Houssaye.

Entre la Grotte des Premiers Français (côté St Paul) et Boucan Canot (côté St-Gilles), la route est en effet ouverte dans les falaises littorales de basaltes, de brèches et de scories, et soumise périodiquement, au moment des pluies, à de nombreuses chutes de pierres et de blocs. Ces faits sont bien connus de la Subdivision de l'Equipement de St Paul qui essaie d'en contrôler les effets. Mais on les retrouve également répertorié dans les archives, ce qui prouve, s'il en était besoin, que ce secteur est affecté d'une instabilité chronique.

Dans cette étude, les objectifs à atteindre sont doubles :

- par l'expérience déjà acquise en métropole, définir une méthode spécifique à La Réunion et qui a pour but d'établir une hiérarchie des zones vulnérables à des écroulements ou chutes de pierres ;

- ensuite, appliquer cette méthode à l'analyse des risques sur la route du Cap La Houssaye et présenter un document final simple mais explicite, utile aux gestionnaires de la route.

En vérité, la démarche a été inverse, car c'est à la suite de la reconnaissance détaillée du terrain qu'une méthode d'analyse et de présentation des résultats a été retenue, en fonction précisément du contexte géographique de la route.

1 - PRINCIPE DE LA METHODE

Afin de permettre une éventuelle extension de la méthode à des mouvements de terrain autres que ceux qui menacent l'itinéraire étudié, nous rappellerons brièvement les principes généraux qui régissent les trois éléments de base qui sont la nature des désordres, les facteurs à l'origine de ceux-ci et le degré de risque qui en découle.

1.1 - TYPES DE DESORDRES A PRENDRE EN COMPTE

. Pour mémoire et sans entrer dans le détail, les principaux mouvements de terrain que l'on a l'habitude de répertorier dans l'absolu sont classés de cette sorte :

- les chutes de pierres (volume inférieur à 1 dm³) et de blocs (inférieurs à 1 m³) ;
- les écroulements d'une masse rocheuse, en principe supérieurs au mètre cube, mais qui peuvent atteindre des volumes considérables ;
- les glissements d'un matériau meuble ou rocheux et le fluage ;
- les coulées de boue et laves torrentielles ;
- les affaissements et effondrements de surface ;
- l'accumulation rapide de terre liée à un ravinement concentré et à une érosion torrentielle ;
- l'érosion régressive.

Chaque mouvement caractérisé par son volume, son extension, la nature des matériaux déplacés, sa vitesse, sa fréquence d'apparition, va produire un certain nombre d'effets plus ou moins nuisants (terre emportée, route submergée, cours d'eau coupé ...).

. Dans le cadre d'une étude routière, on distinguera, en fonction des conditions d'apparition et des dommages que peuvent causer ces évènements, deux types de mouvements :

- des mouvements lents et continus, sans déformation apparente à l'observateur et de type fluage, affaissement, érosion régressive ... et dont les conditions sont telles qu'aucune accélération soudaine et rapide ne puisse être envisagée. Ce sont des désordres dont les effets sont sans conséquences graves sur la sécurité du trafic automobile, mais qui peuvent à la longue, avoir quelques incidences économiques sur la maintenance de la route. Ils n'interviennent pas directement dans le zonage des risques mais leur existence sera toujours signalée ;

- des mouvements rapides et discontinus, affectent un matériau rigide (falaise basaltique ...) ou déformable (versant argileux ...) et peuvent présenter des accélérations soudaines et élevées. Leurs effets (chute de blocs, terrains déplacés, formation de coulée de boue ...) par leur soudaineté ou par leur amplitude sont susceptibles d'avoir de graves répercussions sur la sécurité ou le trafic de la route. Celle-ci sera, soit recouverte et obstruée, soit emportée et détruite. Si l'un de ces évènements intervient au passage d'une automobile, il peut y avoir des victimes, comme par exemple sur la route de la Corniche.

Ce dernier type de mouvement retiendra particulièrement l'attention de l'observateur et apparaîtra explicitement dans le zonage.

. Au sujet de la route du Cap La Houssaye, les seuls désordres existants et pris en compte sont :

- les chutes de pierres ($\leq 1 \text{ dm}^3$)..... (CP),
- les chutes de blocs ($\leq 1 \text{ m}^3$)..... (CB),
- les chutes de gros blocs (voisins du m^3)..... (CGB),
- les écroulements en masse ($> 1 \text{ m}^3$ et plus)..... (EM),
- le ravinement concentré..... (RC),

c'est-à-dire des phénomènes à caractère aléatoire, tant en volume qu'en trajectoire et en extension. L'élément qui se détache de la falaise de basalte ou de brèches peut -soit garder son volume initial ou bien éclater sur la pente en de nombreux débris-, -soit rouler, rebondir ou bien encore se "planter" dans le talus (présence d'une vire, d'arbustes ...). Mais c'est avant tout la soudaineté de leur apparition qui fait que ces évènements sont redoutables.

1.2 - ANALYSE DES FACTEURS A L'ORIGINE DES DESORDRES

. Dans une étude générale de stabilité ou de cartographie des zones exposées à des mouvements de terrain, ces facteurs se classent en deux catégories :

- les facteurs dits "permanents" ou "naturels" liés à la topographie (pente, relief particulier ...), à la géologie (lithologie, structure, altération des matériaux ...), à la géomorphologie dynamique (évolution des versants, mouvements anciens ou récents, érosion ...), à l'hydrogéomorphologie (circulation des eaux souterraines, drainage superficiel ...) ;

- les facteurs dits "occasionnels" ou liés "à l'activité humaine", présents ou passés, liés à la climatologie, à la végétation, à certains effets de l'activité de l'homme (terrassements, constructions ...).

. Cette analyse implique trois phases principales de travaux :

- une enquête documentaire ou orale, sur l'existence (ou l'absence) de mouvements de terrain, dans la région étudiée, sur leur ampleur et leur fréquence d'apparition ... ;

- une étude comparée des photos aériennes prises à différentes époques ;

- une étude et un contrôle sur le terrain des différents facteurs énumérés plus haut.

. Quant à l'identification des zones en mouvement, elle s'appuie sur

- une enquête historique, tant documentaire (archives départementales, DDE, Services administratifs concernés ...) qu'orale (interrogation des services d'entretien de la route, des usagers ...) ;

- une enquête de terrain préparée par les éléments recueillis précédemment et par l'examen des photos aériennes avec corrélation des mouvements observés et des facteurs déterminants les désordres.

Cette identification permet de définir certains critères de danger que l'on peut extrapoler par analogie aux terrains avoisinants, si la corrélation précédente est bonne.

. Pour la route du Cap La Houssaye, les facteurs existants et pris en compte sont :

- hauteur et morphologie des falaises et des talus dominant la route (verticalité, surplomb, pente, présence de gradins ou de vires ...) ;
- succession de bancs rocheux (basalte ou brèches consolidées) et de bancs moins compacts (scories, tufs, cendres ...) ;
- fracturation et altération de la roche (diaclasses, fissures dans des plans parallèles à la surface des parois, effritement ...) ;
- ruissellement et ravinement des eaux de surface (entraînement de particules et de pierres, déchaussement des blocs, ouverture de rigoles ...) ;
- infiltration des eaux pluviales au sommet des falaises, fossé de drainage ... ;
- présence ou absence de végétation ;
- surcharge et vibrations dues aux véhicules poids lourds ...
- mur de soutènement, ouvrages de drainage, piliers de renforcement ...

En résumé, les chutes de pierres ou de blocs seront plus ou moins fréquentes -ou plus ou moins absentes- en fonction de l'existence ou non d'un certain nombre de facteurs dits "aggravants" ou de leur contraire dits facteurs "minorants".

1.3 - DEGRE DE RISQUE ENVISAGE

L'enquête documentaire à travers les archives, les enquêtes orales à différents niveaux, les observations de terrain, l'examen des photos aériennes ... permettent donc d'établir un diagnostic de l'état des falaises et des talus, et de définir un niveau de risque, secteur par secteur.

1.3.1 - Or la notion de risque est toute relative. Dans le cadre d'une étude liée à la sécurité routière, on retiendra les deux éléments suivants, à savoir :

- la probabilité^(*) pour que se produise un évènement dans des conditions bien définies, ce qui impose une définition précise de l'évènement avec toutes ses caractéristiques ;

- la sévérité des dommages qui peuvent être de deux types : risque humain (victimes lors de l'impact d'un rocher sur une automobile et ses passagers ...) ou risque matériel ou économique (route coupée, trafic interrompu ...).

1.3.2 - A partir de ces deux éléments, la hiérarchisation des risques va s'appuyer tout à la fois sur :

- l'évènement, à savoir la distinction primordiale entre des mouvements n'entraînant la production que de petits éléments (ravinement concentré, chutes de pierres) et ceux produisant des volumes plus importants (chutes de blocs, écroulements en masse) ;

- la fréquence d'apparition, à court ou moyen terme ;

- la protection déjà existante, soit naturellement (végétation, replat ...), soit par des travaux (gabions, mur de confortement ...).

1.3.3 - Dans le cas de la route du Cap La Houssaye, le niveau de risque sera déterminé pour chaque catégorie de mouvement. En fonction des différents paramètres et considérations énoncés plus haut, on examinera successivement dans les falaises ou talus dominant ou bordant la chaussée :

- la zone productrice de matériaux rocheux (ou zone de départ), avec ses trois facteurs fondamentaux : la topographie (verticalité, pentes des parois ...), la fracturation (ou discontinuités) des coulées de basalte, l'altération et l'affouillement des brèches et des lits de scories. L'examen sur le terrain de ces trois paramètres permet d'apprécier au moins trois éventualités :

(*) La "probabilité" envisagée ici n'est pas prise dans son acception mathématique, mais comme la qualité d'un évènement qui a des chances de se produire ; on peut parler également de possibilité.

. il n'existe pas de possibilité de chute, soit parce que les basaltes ne présentent pas de discontinuités, soit parce que les volumes isolés par les discontinuités n'ont pas de possibilité de déplacement,

. il existe une faible possibilité de chute si aucun obstacle ne s'oppose au déplacement des éléments sous l'effet de la pesanteur ou de sa composante, mais si en revanche la résistance au cisaillement(*) est égale ou légèrement supérieure à la composante de la pesanteur,

. il existe une forte possibilité de chute si les discontinuités qui isolent les blocs ou masses de basaltes sont parfaitement continues ou visiblement ouvertes, avec des surfaces de glissement bien lisses et des volumes isolés manifestement en surplomb ;

- la trajectoire des matériaux, en fonction des trois éventualités précédemment définies. Elle se résume aux possibilités d'arrêt de la pierre, du bloc, de la masse, en raison de l'existence d'un replat dans la pente, d'une végétation arbustive ou d'une protection déjà réalisée ... On distinguera alors trois éventualités :

- . arrêt (donc pas de projections sur la route),
- . possibilité d'arrêt (incertitude sur l'arrivée ou non de projections jusqu'à la route),
- . aucun arrêt (donc atteinte directe de la route et de ses usagers).

En définitive, à l'échelle de la reconnaissance à 1/5 000, la combinaison sur le terrain de ces différents paramètres permet d'obtenir une estimation subjective du risque qui, comme toujours en ce domaine des phénomènes naturels, ne peut prétendre à l'objectivité totale.

1.4 - PRESENTATION DES RESULTATS

Il s'agit de présenter une synthèse des données analytiques recueillies (documentaires, orales, de terrain) et de l'interprétation qui en est faite au niveau des risques encourus par la route (chutes de pierres et de blocs, écoulement en masse ...).

(*) La résistance au cisaillement est fonction du frottement lié à la nature de la roche et aux irrégularités de la surface de discontinuité, ainsi que de la cohésion résiduelle qui peut se maintenir lorsque la fissuration n'est pas achevée sur toute la surface et ménage des ponts de roche intacts entre les épontes.

Le dossier type comprendra essentiellement un document graphique de situation (1/5 000 ou 1/10 000) et un rapport explicatif sous forme de fiches analytiques. Pour la route du Cap La Houssaye, on trouvera :

- un fond topographique développé en long de part et d'autre de la route, à l'échelle du 1/5 000 avec reportées symboliquement, selon une bande

- . les différentes zones linéaires (13 au total) ;
- . la numérotation de chaque zone ;

- des fiches analytiques descriptives de chaque zone, avec les rubriques suivantes :

- . caractéristiques physiques,
- . caractéristiques dynamiques (avec zone d'atteinte ...),
- . historique des désordres,
- . niveau de risque encouru,
- . recommandations.

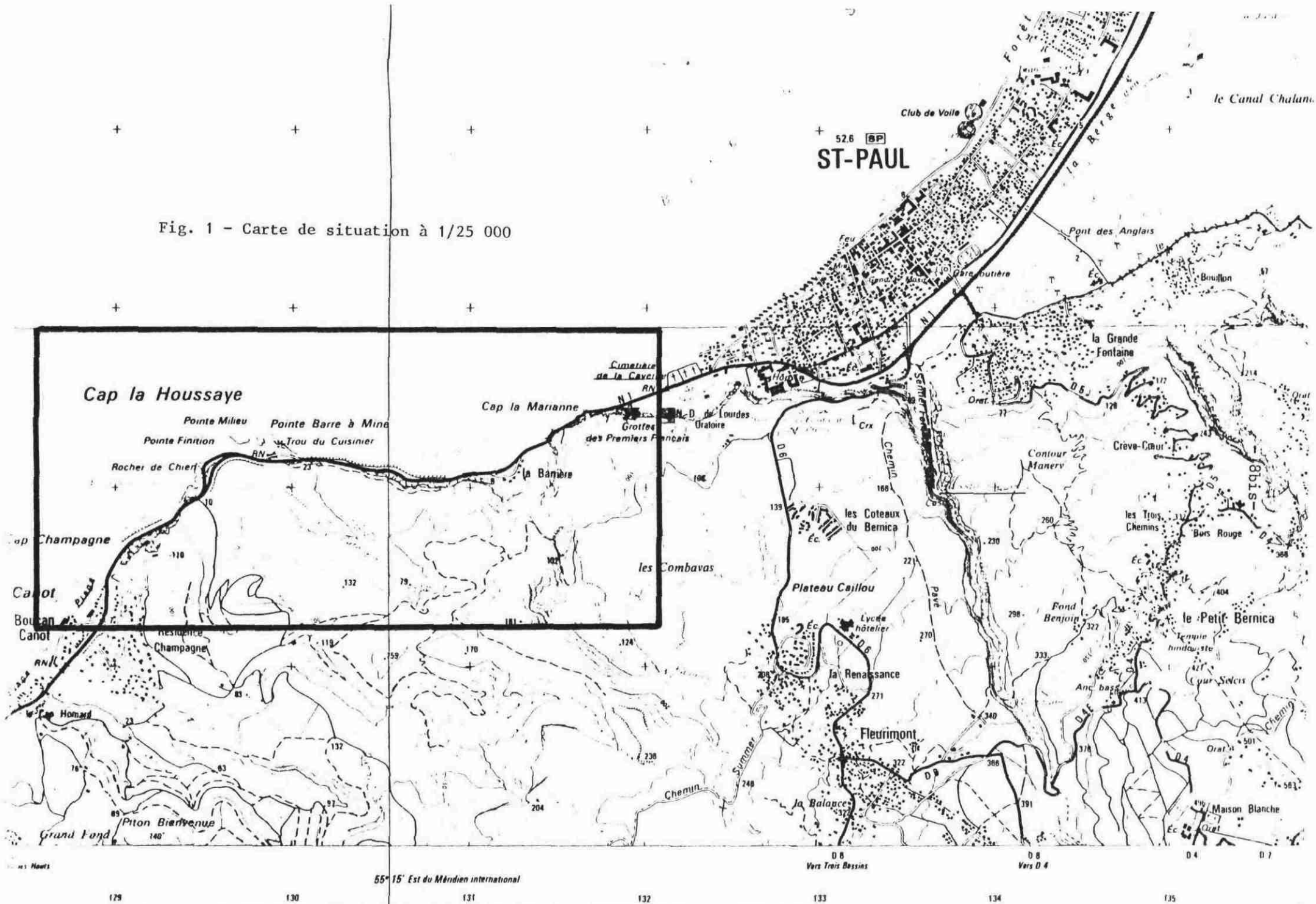
Quelques planches photographiques illustreront ces fiches, qui permettront éventuellement de repérer les points particulièrement dangereux à court terme, c'est-à-dire très souvent à la prochaine saison des pluies.

2 - ZONAGE DES RISQUES D'ÉBOULEMENTS ET DE CHUTES DE PIERRES

La reconnaissance de la route nationale n° 1, du Cap La Houssaye entre le Cap Marianne à l'Est (côté St Paul) et le Cap Champagne à l'Ouest (côté St Gilles) permet d'établir un zonage des risques, secteur par secteur, sur une distance d'environ 3 km (cf. carte de situation, Fig. 1).

Cette portion de route a toujours été, depuis son ouverture, un itinéraire à problèmes, comme nous l'a confirmé l'ingénieur subdivisionnaire de l'Équipement de St Paul et comme en témoigne les archives du "Chemin de fer de La Réunion" (ou CFR), voie ferrée et route empruntant à peu près le même tracé. L'observation de la falaise en juin 1986, indique que ces risques sont permanents, mais à des degrés divers, en fonction de la lithologie, de la topographie ... Il en résulte donc une hiérarchisation des zones de risque.

Fig. 1 - Carte de situation à 1/25 000



2.1 - ENQUETE DOCUMENTAIRE ET ORALE

Bien que cette route fasse chaque année, au moment des pluies, et plus particulièrement pendant les cyclones, l'objet de nombreux désordres (ravinement, écoulement, chutes de pierres et de blocs ...) et d'un entretien constant par l'Equipement, il n'existe aucune trace de ces événements dans les archives de la DDE. En revanche, la Compagnie du Chemin de Fer de La Réunion (CFR) a toujours tenu à jour, de façon scrupuleuse, les procès-verbaux de tous les éboulements ayant affecté la voie ferrée, de 1898 à 1948.

Le dépouillement de ces dossiers très riches en informations (CALICHIAMA, GRUCHET, 1983), déposés aux Archives départementales à St Denis, permet donc de se faire une idée assez exacte des problèmes de stabilité qui touchent les falaises du Cap La Houssaye, et par conséquent, des risques encourus encore actuellement.

"La route des Caps", ainsi était nommée cette route dans les archives du CFR, suivait de très près le tracé de la voie ferrée. Les événements survenant sur l'une et l'autre sont donc très souvent confondus. A l'examen du tableau récapitulatif (cf. Annexe n° 1) se dégage divers enseignements :

- les mois particulièrement propices aux éboulements sont -était-il besoin de le rappeler- janvier, février, mars, c'est-à-dire ceux qui coïncident avec la saison des pluies et des cyclones. Mais on observe aussi quelques désordres en mai, juin, novembre et décembre.

- les volumes des matériaux éboulés sont très variables. Très souvent de l'ordre du décimètre cube à quelques mètres cubes, ils peuvent cependant atteindre 10, 20, 30 m³, parfois même 40 à 60 m³. Quand ces événements ne sont pas chiffrés, on lit fréquemment "un éboulis assez important" ou bien "un écoulement considérable de très gros blocs". Ce sont donc des éboulements qui ne se réduisent pas seulement à des chutes de pierres, toujours nombreuses à chaque pluie importante, mais qui comportent également des volumes parfois élevés et affectant des pans de falaises, tant dans les brèches que dans les basaltes (cf. par exemple Zone n° 8).

Mais ce qui s'est passé le 31 mai 1901 "au Cap La Houssaye, au km 71 du CFR, au point culminant de la voie et de la route nationale" ne peut être rattaché aux habituels mouvements de terrain précédemment évoqués. "L'éboulis considérable ne cubant pas moins de 5 000 m³" et détruisant "la route sur 85 mètres de longueur", peut être, en effet, qualifié d'effondrement dans la mesure où "existait à cet endroit, au-dessous de la route et par conséquent de la voie (ferrée), une immense caverne dont la voûte avait 10 mètres d'épaisseur", et "qui s'est écroulée". Aujourd'hui encore, on peut observer un reliquat de caverne, au droit en-dessous de la route (cf. photo), et confortée par un pilier de béton.

- la nature des matériaux est également variée car on note "de très gros blocs de roches", des "blocs rocheux de tufs", mais aussi des éboulis "de terre et de pierres", ce qui au total correspond aux basaltes, aux brèches, aux scories, aux formations terreuses ocres ... Toutes les formations constituant les falaises et les talus dominant la route sont donc affectées par ces mouvements.

- enfin, les hauteurs de chute peuvent, selon les endroits varier de 5 à 15, 25, 80 mètres, l'indication 125 mètres ne pouvant être retenue, car à l'endroit présumé, la falaise ne dépasse pas 80 mètres.

En résumé, les descriptions relativement précises recueillies dans les archives du CFR procurent des informations très utiles pour la suite des études, en particulier dans l'interprétation du zonage, au terme de l'enquête de terrain.

2.2 - RECONNAISSANCE DE TERRAIN

Réalisée en juin 1986, donc en période de sécheresse, elle a consisté, comme on l'a indiqué plus haut (cf. chap. 1-2), à l'analyse détaillée, secteur par secteur, des facteurs directement impliqués dans la stabilité ou non des falaises et talus dominant la route du littoral.

2.2.1 - Cadre de l'étude

La route nationale n° 1 s'inscrit dans les falaises littorales du Cap La Houssaye. Jadis, elle se nommait la route des Caps, puisque de St Paul à St Gilles, on passe successivement par le Cap La Marianne (anciennement le Cap Bourgogne), le Cap La Houssaye, le Cap Champagne, le Cap Boucan Canot, le Cap Homard et la Pointe des Aigrettes (cf. Carte de situation).

L'itinéraire étudié, long d'une peu plus de 3 km, va de La Marianne au Cap Champagne, mais ne comporte pas des falaises et des talus tout le long de son parcours. Celle-ci s'éloigne en effet, au niveau de la Barrière, en face la plage de sable noir de la Petite Anse.

Les formations géologiques concernées d'après la carte géol. à 1/50 000 sont celles de la phase II, à savoir à la base un empilement de bancs d'épaisseur décimétrique à métrique de laves basaltiques et de scories, surmontés par la masse des formations pyroclastiques dite "tufs de Saint-Gilles", de la phase III. Dans le détail, ces derniers terrains sont variés et l'on retrouvera sur le parcours, différents niveaux où l'on distingue (BILLARD, 1974) :

- des formations terreuses ocre contenant des éléments rocheux altérés divers (basalte à olivine ...), de taille centimétrique à décimétrique ;
- des formations bréchiques très consolidées contenant des éléments rocheux sains divers, plus ou moins anguleux, de taille millimétrique à décimétrique ;
- des formations scoriacées, issues de petites fractures recoupant les terrains précédents.

L'ensemble de ces niveaux lithologiques ne se retrouvent généralement pas au complet dans le profil des falaises ou des talus, mais partiellement, d'où une grande diversité dans les coupes fournies dans les fiches analytiques, d'autant que la hauteur des versants ou des parois dominant la route peuvent varier de 5 à 80 mètres.

La topographie et l'alternance de roches plus ou moins dures va donc commander le zonage des risques.

2.2.2 - Analyse et zonage cartographique

Les principes et la méthode ayant été présentés au Chapitre I, nous allons aborder directement l'étude sectorielle de l'itinéraire, en distinguant 13 zones linéaires dont les caractéristiques sont résumées dans 13 fiches analytiques correspondantes (Annexe n° 2). On se reportera à la carte topographique à 1/5 000 (hors texte) pour situer les limites des différentes zones, dont la numérotation commence à l'Est (côté St Paul) pour se terminer à l'Ouest (côté St-Gilles).

A la lecture de ces fiches, on s'aperçoit que chaque zone correspond ou non à un problème de risque particulier, qui est fonction de la morphologie des falaises et des talus, de leur nature lithologique et structurale, de leur situation par rapport à la route ... Les probabilités d'atteinte de la chaussée par des chutes de pierres, de blocs, par des éboulements ... sont donc graduées.

En dehors des quelques zones (n° 3-5-10-11) n'étant soumises à aucun danger, toutes sont à des degrés divers exposées à des risques plus ou moins élevés, en fonction des types d'évènements qui peuvent survenir.

CONCLUSION

Sur un itinéraire particulièrement vulnérable à des chutes de pierres et à des éboulements -et qui fait l'objet d'une surveillance constante de la part des Services de l'Equipement-, il était intéressant de proposer une méthode d'analyse sectorielle détaillée ayant pour objectif de graduer les risques et d'en tirer les enseignements au niveau de la prévention et de la protection.

Le zonage ainsi présenté est le résultat de la confrontation de nombreux paramètres (morphologie, lithologie, drainage, situation par rapport à la route des falaises et talus ...) analysés méthodiquement et systématiquement tout le long de la route du Cap La Houssaye. Les évènements observés chaque année en période des pluies ou durant les dépressions cycloniques, sont ainsi replacés dans leur contexte de terrain. En conséquence, on est en mesure de mieux expliquer leur mécanisme et par là même, de mieux maîtriser leurs effets ayant examiné et pondéré tous les facteurs qui sont à l'origine de l'apparition de ces évènements.

Susceptible d'être appliquée en d'autres sites, à La Réunion, cette étude-type a été financée conjointement par la Direction de la Défense et de la Sécurité Civiles, la Délégation aux Risques Majeurs et le Bureau de recherches géologiques et minières.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BILLARD G., 1974 - Carte géologique de La Réunion à 1/50 000 (en quatre feuilles), feuille St Denis. *BRGM, Paris*.

CALICHIAMA C., GRUCHET J., 1983 - Inventaire des mouvements de terrain à La Réunion depuis 1718, d'après les recherches d'archives. *Rapport BRGM 83 REU 20, décembre (inédit)*.

G.E.F. (Groupe d'Etudes des Falaises), 1978 - Eboulements et chutes de pierres sur les routes : méthode de cartographie. *Rapp. de rech. LPC, n° 80, édition du LCPC Paris, juillet*.

G.E.F. (Groupe d'Etudes des Falaises), 1978 - Eboulements et chutes de pierres sur les routes : recensement des parades. *Rapp. de rech. LPC, n° 81, édition du LCPC Paris, juillet*.

ANNEXE 1

ÉVÉNEMENTS HISTORIQUES SURVENUS SUR LA VOIE FERRÉE
DU CHEMIN DE FER DE LA REUNION (C.F.R.)
ENTRE 1898 ET 1948, AU "PASSAGE DES CAPS"
(D'APRÈS ARCHIVES C.F.R.)(*)

(*) EXTRAIT DU RAPPORT BRGM 83 REU 20

LIEU OU COMMUNE	NATURE DU PHENOMENE	DATE DE L'EVENEMENT	LOCALISATION ET DESCRIPTION SOMMAIRE	EFFETS, DEGATS	ORIGINE	REFERENCES, SOURCES
St-Gilles	Eboulement	mai 1898	Eboulement de très gros blocs de roches au km 71,500.	Voie ferrée endommagée.		CFR 1-139
St-Gilles	Eboulement	mars 1899	Eboulement du km 69 au km 72 de blocs rocheux, tuf, terre, etc.	Voie ferrée endommagée.		CFR 1-139
St-Gilles	Eboulement	juin 1900	"2 éboulements très importants au Cap La Houssaye au km 70,550 d'un bloc d'une vingtaine de m ³ et d'un second bloc de quarante m ³ . Ils provenaient de la partie haute du Cap, soit 80 m au-dessus de la voie".	Voie ferrée coupée.		CFR 1-139
St-Gilles	Eboulement	déc. 1900	Nombreux éboulements dans toute la partie des caps entre le km 64,3 et le km 72,450 causés par les eaux du cyclone.	Voie ferrée coupée en plusieurs points.	Eaux du cyclone	CFR 1-139
St-Paul	Eboulement	février 1901	Nombreux éboulis du km 69 à 72.	Chemin de fer coupé.	Fortes pluies	CFR 1-139
St-Paul	Eboulement	31 mai 1901	Cap La Houssaye : "un éboulis considérable ne cubant pas moins de 5 000 m ³ s'est produit au Cap La Houssaye au km 71 du CFR au point culminant de la voie et de la route coloniale". "C'est le plus important éboulement de rochers au km 71 d'un volume de 4 000 m ³ . Il existait à cet endroit, au-dessous de la route et par conséquent de la voie, une immense caverne dont la voûte avait 10 m d'épaisseur et c'est sur cette voûte que reposait la route qui touchait à notre voie. C'est cette voûte qui s'est écroulée, détruisant la route sur 85 m de longueur".	"Cette route s'est effondrée sur 90 m de longueur".		CFR 1-139

LIEU OU COMMUNE	NATURE DU PHENOMENE	DATE DE L'EVENEMENT	LOCALISATION ET DESCRIPTION SOMMAIRE	EFFETS, DEGATS	ORIGINE	REFERENCES, SOURCES
St-Gilles	Eboulement	janvier 1903	Eboulement de roches au Cap Champagne.			2 W 7
St-Gilles	Eboulement	mars 1903	"3 éboulements de tufs et de roches d'une certaine importance au Cap La Houssaye entre les km 70 et 72,500. Un bloc de tuf mesurait 25 m³".			CFR 1-139
St-Gilles	Eboulement	février 1905	Eboulements divers entre le km 69 et 72, causés par les eaux.		Cyclone	CFR 1-139
St-Gilles	Eboulement	janvier 1906	Eboulements divers entre les km 69 et 72 causés par les eaux.		Cyclone	CFR 1-139
St-Gilles	Eboulement	février 1907	"Eboulement d'un bloc de roches de près d'une tonne tombant de 25 m de hauteur du Cap Bourgoigne au km 69,550. Un autre éboulement de tufs rocheux de 1,50 m de long au km 70,2 et 7 autres éboulements en divers points".	Voie ferrée coupée ou endommagée sur différents points.	Cyclone	CFR 1-139
St-Paul	Eboulement	mars 1908	"Du km 69 au km 72, il y a eu quelques éboulements insignifiants.	Voie touchée en plusieurs points.		CFR 1-139
St-Gilles	Eboulement	6 février 1911	"Au km 69,5 un énorme bloc de roches s'est séparé du massif de basalte à une hauteur de 15 m et est tombé sur la voie au Cap Bourgoigne. Le bloc mesurait une vingtaine de m.	Voie impraticable.	Cyclone du 4 au 7 février	CFR 1-139
St-Gilles	Eboulement	8 février 1911	"2 éboulements au Cap La Houssaye : km 70,4 et 72,4. Le premier de tuf d'un volume de 8 m³ et le second de 2 blocs de rochers et de tufs représentant une dizaine de m³".		Cyclone	CFR 1-139

LIEU OU COMMUNE	NATURE DU PHENOMENE	DATE DE L'EVENEMENT	LOCALISATION ET DESCRIPTION SOMMAIRE	EFFETS, DEGATS	ORIGINE	REFERENCES, SOURCES
St-Gilles	Eboulement	mars 1911	"A la sortie de la tête de tunnel du Cap Bourgogne" (km 69,4) de très gros blocs de roches.			CFR 1-139
St-Gilles	Eboulement	août 1911	"Au Cap La Houssaye, au km 70,850, il s'est produit dans la nuit du 3 au 4 août un éboulement considérable de très gros blocs de roches à l'origine de la partie en encorbellement du cap".	"Les blocs sont tombés sur la voie et sur la route et ont démoli le mur de soutènement de la voie sur une longueur de 20 m".		CFR 1-139
St-Gilles	Eboulement	nov. 1911	"Au Cap Champagne, au km 72,350, il s'est produit un éboulement de tufs de 30 m ³ environ".		CFR 1-139	CFR 1-139
St-Gilles	Eboulement	janvier 1912	Eboulement de tufs au 70ème km.		"Eboulement observé durant les fortes pluies ou des grandes sécheresses, le plus souvent la nuit"	CFR 1-139
St-Paul	Eboulement	9 fév. 1912	"Cap La Houssaye : "un éboulis assez important s'est produit au fameux Cap La Houssaye".		"Temps affreux qui sévit sur l'île".	L'Action de l'île de la Réunion du 10 février 1912
St-Paul	Eboulement	mai 1912	"Cap Champagne : "un important éboulis sur une longueur d'une cinquantaine de mètres s'est produit dans la région de La Houssaye".			Action de l'île de la Réunion, 2 mai 1912
St-Paul	Eboulement	29 nov. 1912	"Cap La Houssaye : éboulis considérables".	"Voyageurs et colis sont transbordés sur la ligne de St-Pierre".		Action de l'île de la Réunion, 29 nov. 1912

LIEU OU COMMUNE	NATURE DU PHENOMENE	DATE DE L'EVENEMENT	LOCALISATION ET DESCRIPTION SOMMAIRE	EFFETS, DEGATS	ORIGINE	REFERENCES, SOURCES
St-Paul St-Gilles	Eboulement Inondation	Déc. 1924	"Au Cap de Bourgogne, un éboulement d'un bloc de 2 m ³ a tordu plusieurs rails. Au Cap La Houssaye, éboulement de 20 m ³ de blocs, 30 mètres de voie détruite".	La route est complètement détruite jusqu'aux Trois Bassins.	Cyclone du 29 au 31.	2 W 13
St-Paul	Eboulement	18 janv. 1930	"Cap La Houssaye : Gros éboulis au km 70,4 : 60 m ³ de terre et de pierres".	"Voie ferrée encombrée sur un parcours de 20 m environ".		71 M3
St-Paul	Eboulement	févr. 1930	Eboulis au Cap La Houssaye.	Route endommagée à divers endroits de la route coloniale.	Cyclone	Le Peuple 1930 1 PER 81
St-Paul	Eboulement	mars 1931	Passage des Caps : "l'eau tombe en cascade, plusieurs blocs de 2 à 3 m ³ sont tombés sur la voie".	Voie obstruée.	Cyclone du 5 au 7 mars	CFR 1-139
St-Paul	Eboulement	juin 1934	Cap La Houssaye : "éboulis au km 70,3 de 2 m ³ de tufs tombé d'une hauteur approximative de 12 mètres, qui s'est répandu sur une longueur de 12 m".	"Il y avait sur la voie environ 0,500 m ³ de déblais, la différence sur l'accotement".		Lettre du Chef de section de la voie du 21 juin
St-Paul	Eboulement	juin 1934	Cap La Houssaye : lettre du directeur du CFR : "J'ai appris que vous avez signalé à temps à un mécanicien du CFR un éboulement survenu sur la voie, près du Cap La Houssaye, évitant ainsi un accident".			CFR 1-140, lettre du 29 juin 1934 du directeur du CFR au curé de St-Paul
St-Paul	Eboulement	janv. 1935	St-Paul : éboulis au Cap La Houssaye. "Un bloc de pierres de 10 m ³ est tombé au km 70,100".	Voie endommagée	Cyclone	CFR 1-137
St-Paul	Eboulement	mars 1939	Du km 70 au km 72,5 : de nombreux éboulis de terre.		Cyclone	CFR 1-143
St-Gilles St-Paul	Eboulement	janv. 1948	"Cap Bourgogne : éboulis de plusieurs blocs de pierres de grosseurs différentes. Au km 70 à 70,5, plusieurs éboulis comprenant des blocs de pierre et de tufs provenant d'une hauteur de 15 m, de 10 m, de 5 m environ, d'un cubage comme suit : 5 m ³ , 2 m ³ , 1 m ³ , 0,500 m ³ , environ. km 71 : éboulis de 2 m ³ . km 72 à 72,5 : plusieurs petits éboulis provenant des hauteurs différentes de 20 m à 5 m, de volumes de 1 m ³ , 0,500 m ³ , 0,200 m ³ , 0,100 m ³ ".	Voie endommagée ou impraticable en ces divers points.	Cyclone du 26 au 27 janv. 1948	CFR 1-138

ANNEXE 2
FICHES ROUTIÈRES "RISQUES NATURELS"

FICHE ROUTIERE "RISQUES NATURELS"

Route : St Paul à St Gilles - N 1 -

Zone : N° 1 - Planche 1 -

Secteur : PK 29,730 à 29,890

Feuille : St Paul 1/5 000

Lieu-dit : Cap La Marianne (anciennement
Cap Bourgogne), passage tunnel

Département : Ile de la Réunion,

Caractéristiques physiques (Fig. 1) :

. Falaise principale (A) et secondaire (B) d'une hauteur totale de 30 à 40 mètres, avec au 2/3 supérieurs, une petite vire herbeuse et arbustive, plane à légèrement pentue, de 1 à 3 mètres de large, couverte partiellement d'éboulis (pierres et petits blocs ...). Percée à sa base par un tunnel routier à une voie.

- A - falaise principale (en dessous de la vire) avec alternance de coulées de basalte gris sombre et de scories légèrement rougeâtres avec de bas en haut :

- dans moitié inférieure (A1), niveau avec banc de basalte massif (de 1 à 3 m) et peu chargé en scories, avec sous-cavement avant l'entrée du tunnel ;

- dans moitié supérieure (A2), niveau avec banc de basalte moins massif (de 0,5 à 1 m) et davantage chargé en scories (en lits de 0,20 à 0,50 m) ; au sommet, coulées légèrement altérées (petits débits des basaltes) ;

- les basaltes sont très fracturés, avec de nombreuses fissures verticales isolant des blocs, parfois en surplomb au-dessus d'un niveau scoriacé effouillé. Très léger pendage aval (en direction de la route).

- B - Petite falaise secondaire (en retrait et au-dessus de la vire) avec basalte massif gris clair, fracturé (fissures de retrait verticales, plus ou moins parallèles aux parois), à cassures conchoïdales. Quelques sous-cavements isolant des blocs (de l'ordre du dm³ au m³) désolidarisés ou en voie de l'être. Au sommet, niveau de scories altérées, producteur de pierres et de cailloux.

Caractéristiques dynamiques :

- En A - Forte possibilité de chutes de pierres (CP), de blocs (CB) et de gros blocs (CGB) au niveau de B1, à proximité du tunnel et du virage extérieur (Fig. 1 et 2).

. Possibilité d'éboulement en masse (EM) (quelques m³) dans virage extérieur,

avec aucun arrêt car à la verticale ou en surplomb.

- En B - Possibilité de chutes de pierres (CP) et de blocs (CB) (de l'ordre du dm³) avec :

. arrêt des pierres et cailloux par vire ou replet,

. arrêt probable des blocs.

Historique des désordres :

. Eboulements en 1899 - 1900 - 1901 - 1905 - 1906 - 1907 - 1911 - 1924.

Niveau de risque :

. Risque élevé à très élevé pour CP, CB et CGB en A,

. Risque moyen pour EM en A.

Recommandations :

. Purge manuelle de certains blocs et pierres instables en A,

. Inspection de la vire et élimination éventuelle des produits en bordure.

Observateur : M. HUMBERT

Date : 06/86



Fig. 1 - Cap La Marianne (côté St Paul)
Vire herbeuse (V) séparant le
niveau supérieur (B) du niveau
inférieur (A)



Fig. 2 - Cap La Marianne
(virage extérieur)
Débit des coulées basaltiques
avec fissures ouvertes isolant
des blocs de près d'un m³

FICHE ROUTIERE "RISQUES NATURELS"

Route : St Paul à St Gilles - N 1 -

Zone : N° 2 - Planche 2 -

Secteur : PK 29,890 à PK 30,000

Feuille : St Paul 1/5 000

Lieu-dit : A l'Ouest du Cap Marianne

Département : Ile de la Réunion

Caractéristiques physiques (Fig. 3)

. Falaise principale (A) de 20 à 25 mètres de haut, surmontée en léger retrait par un petit talus (B), relativement pentu, d'une dizaine de mètres. Encore quelques reliquats de la vire herbeuse, qui disparaît le plus souvent sous les éboulis et la végétation. A la base, et se raccordant à la route, talus (C) couvert d'arbustes et de blocs éboulés.

- A - Falaise de basalte massif gris sombre, en bancs métriques (2 à 3 mètres à la base, aux environs de 1 m au sommet) alternant avec quelques petits niveaux scoriacés, plus ou moins affouillés, d'où fréquents surplombs de blocs de basalte, isolés par une fracturation importante (fissures de retrait).

- B - Au sommet, petit talus de basalte gris clair à gris, désorganisé en surface, avec blocs éboulés en surface, au milieu d'une végétation herbacée et arbustive, sur la pente.

- C - A la base, talus couvert d'arbustes et de petits arbres, taillé dans coulée ancienne altérée, jaunâtre, avec en surface de nombreux et gros blocs éboulés.

Caractéristiques dynamiques :

. En A, possibilité de chutes de pierres (CP), de blocs (CB) et de gros blocs (CGB),

avec arrêt par talus (avec éboulis et végétation) et fossé bordant la route.

. En B, faible possibilité de chutes de pierres et de blocs,

avec arrêt probable dans le talus supérieur ou talus inférieur.

. En X, possibilité de chutes de blocs (CV) et d'écroulement en masse (EM),

sans arrêt possible (Fig. 4).

Historique des désordres :

. Point particulier X (sur la carte).

Eboulement d'une dizaine de m³ en avril 1986, dans une zone particulièrement altérée et correspondant à un axe de drainage superficiel (D1), au niveau du petit muret.

. Eboulements (archives CFR) : 1899 - 1900 - 1901 - 1905 - 1906 -

Niveau de risque :

. Risque nul à très faible pour CP et CB en A et B,

. Risque élevé pour EM et CB en X.

Recommandations :

. Garder en état le talus inférieur (C) avec végétation, éboulis et fossé.

. Surveillance et purge au niveau de X, éventuellement pose d'un filet grillagé.

Observateur : M. HUMBERT

Date : 06/86

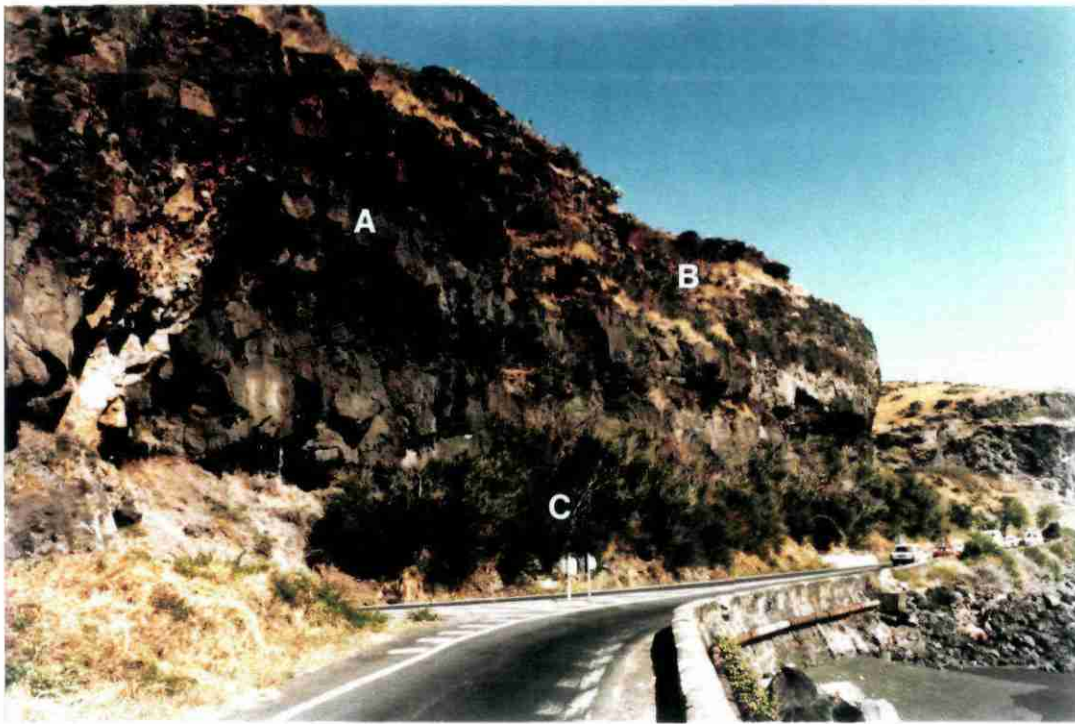


Fig. 3 - Aspect général avec

- falaise principale (A)
- petit talus supérieur (B)
- végétation en pied (C)

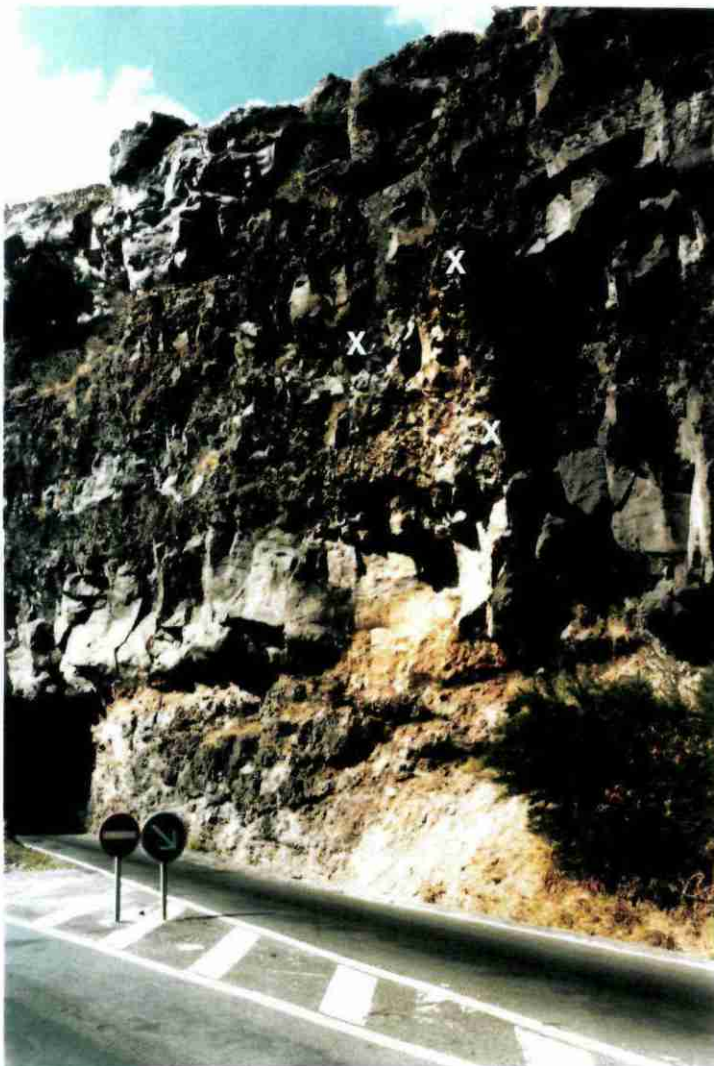


Fig. 4 - Zone particulièrement sensible (X) avec cicatrice (en clair) de l'éboulement d'avril 1986 (extrémité Zone 2, côté St Paul)

FICHE ROUTIERE "RISQUES NATURELS"

Route : St Paul à St Gilles - N 1 -

Zone : N° 3

Secteur : PK 30,000 à PK 30,110

Feuille : St Paul 1/5 000

Lieu-dit : Ravine Fleurimont

Département : Ile de la Réunion

Caractéristiques physiques :

. Falaise nettement en retrait de la route, à la faveur de l'embouchure de la ravine.

. Poursuite de la falaise (principale) précédente (cf. Zone n° 2) avec petit talus d'éboulis à la base.

Caractéristiques dynamiques :

. Possibilité de chutes CP, CB et CGB mais hors de la zone d'atteinte de la route.

Historique des désordres :

. Néant

Niveau de risque :

. Néant

Recommandations :

. Néant

Observateur : M. HUMBERT

Date : 06/86

Route : St Paul à St Gilles - N 1 -

Zone : N° 4

Secteur : PK 30,110 à PK 30,230

Feuille : St Paul 1/5 000

Lieu-dit : A l'Est de la Barrière

Département : Ile de la Réunion

Caractéristiques physiques :

. Absence de falaise.

. Vaste talus d'érosion herbeuse, de 20 à 30 m de haut, de pente moyenne 30 à 45°, façonné dans les coulées anciennes altérées, jaunâtres.

. Au sommet, reliquat de coulées basaltiques (cf. Zone 1-2 et 3, niveau A) plus ou moins démantelées en très gros blocs (plusieurs dizaines de m³), fournisseurs sur les pentes de blocs moins gros (quelques m³ à 10 m³ environ), "plantés" au milieu d'éboulis pierreux et caillouteux.

Caractéristiques dynamiques :

. Aucune trace d'érosion et de ravinement actifs (sauf en quelques rares endroits) sur les pentes, ni de basculement de blocs par déchaussement des points d'appui au sol.

. Effritement local des blocs de basalte et production de petits éboulis qui peuvent être entraînés lors de fortes précipitations.

Historique des désordres :

. Néant

Niveau de risque :

. Très faible à nul car blocs bien figés dans la pente et pas de traces d'équilibre instable.

Recommandations :

. Garder en état le versant en protégeant et en développant la végétation, afin d'éviter une érosion superficielle des terrains.

Observateur : M. HUMBERT

Date : 06/86

Route : St Paul à St Gilles - N 1 -

Zone : N° 5

Secteur : PK 30,230 à PK 30,450

Feuille : St Paul 1/5 000

Lieu-dit : A l'Est de la Barrière

Département : Ile de la Réunion

Caractéristiques physiques :

. Absence de falaise et versant naturel en net retrait de la route.

. Poursuite du talus d'érosion (idem zone 4).

. Au sommet, éléments d'une corniche très démantelée, constituée de brèches (formations "tufs de St Gilles") et qui fournit sur les pentes un éboulis ancien, formé de gros blocs (quelques m³ à quelques 10 m³).

. Petit thalweg en son milieu et qui collecte un peu d'eau du plateau.

Caractéristiques dynamiques :

. Quelques traces de ravinement superficiel, au milieu d'une végétation herbacée, de brousse et de petits arbustes au pied de la corniche.

. Altération des brèches et quelques chutes de pierres et de blocs.

. A la base du versant, ancienne route bordée de cases et de jardins.

Historique des désordres :

. Néant.

Niveau de risque :

. Néant.

Recommandations :

. Néant

Observateur : M. HUMBERT

Date : 06/86

FICHE ROUTIERE "RISQUES NATURELS"

Route : St Paul à St Gilles - N 1 -

Zone : N° 6 - Planches 3 et 4 -

Secteur : PK 30,450 à PK 30,900

Feuille : St Paul 1/5 000

Lieu-dit : La Petite Anse

Département : Ile de la Réunion

Caractéristiques physiques (Fig. 5 et 6)

. Falaise d'aspect tourmenté, d'environ 50 m de haut flanquée à sa base d'un talus très pentu, de 10 à 15 m, soit au total une dénivellée de 60 à 65 m par rapport à la route. Un petit vallon crée une discontinuité dans la ligne sommitale de la falaise, qui est convexe.

. Falaise de brèches grisâtre à gris cendre, à éléments variés et de taille diverse, très indurées. Aspect caverneux, avec petits surplombs dus à l'altération de niveaux plus facilement érodables par les agents atmosphériques. Nombreuses fractures et fissures parallèles ou obliques à la paroi de la falaise, recoupées par des discontinuités pseudo-horizontales, d'où appel au vide et éboulement, avec secteur en surplomb (5), particulièrement vulnérable.

. Au sommet, rebord convexe du plateau constitué par une succession désordonnée de blocs et de masses de brèches scoriacées noirâtres à gros éléments au milieu de niveaux bréchiques jaunâtres terreux, plus fins. Nombreux éboulis fins à grossiers (graviers, pierres, blocs ...) sur le rebord en pente, pouvant être mobilisés par les eaux d'orage, au niveau des couloirs d'érosion (Fig. 7 et 8).

. A la base, talus naturel très réduit à inexistant car retaillé en grande partie par le talus artificiel de la route, dans les coulées anciennes plus ou moins altérées (vestiges de quelques bancs métriques de basalte). En surface, quelques éboulis de brèches, mais très rares, car les blocs descendent jusqu'à la route.

Caractéristiques dynamiques :

. Dans la falaise, possibilité de chutes de pierres (CP), de blocs (CB), de gros blocs (CGB) et localement d'éboulement de masse (EM), mais aussi entraînement par les eaux des éboulis en rebord de plateau :

avec : - arrêt partiel des pierres et des blocs au sommet du talus ;
- sans arrêt probable des gros blocs et des éboulements.

. Dans le talus, possibilité de déchaussement ou d'entraînement par les eaux de quelques pierres ou blocs éboulés :

avec : - arrêt probable au niveau du fossé de la route.

Historique des désordres :

. 1907 - 1911 - 1930 - 1934 - 1935 - 1939 - 1948 (archives CFR).
Nombreuses chutes et éboulements, allant du m³ à la dizaine de m³ de matériaux, se détachant à des hauteurs variées. Mais également un "éboulis de 60 m³ de pierres et de terre".

Niveau de risque :

. Risque moyen à faible pour petits éléments (CP et CB) qui seront en partie bloqués au sommet du talus.

. Risque élevé pour gros blocs (CGB) et éboulements en masse (EM) qui arriveront jusqu'à la route.

Recommandations :

. Tenir en état le fossé de drainage des eaux superficielles du plateau, évitant ainsi leur concentration sur le rebord convexe de la falaise.

. Surveillance périodique de ce rebord avant chaque saison cyclonique, afin d'éliminer les pierres et blocs qui risquent d'être entraînés vers le bas.

. Purge manuelle de certaines écailles, nettement désolidarisées de la falaise.

Observateur : M. HUMBERT

Date : 06/86



Fig. 5 - Aspect général avec

- 1 - Falaise de brèches compactes mais plus ou moins écaillée, avec niveau terreux ocre plus érodé
- 2 - Talus naturel recoupé par talus artificiel de la route

Fig. 6 - Vue rapprochée du rebord du plateau avec zones d'érosion sélective entre brèches indurées grisâtres et niveau ocre terreux, inclure, à éléments fins

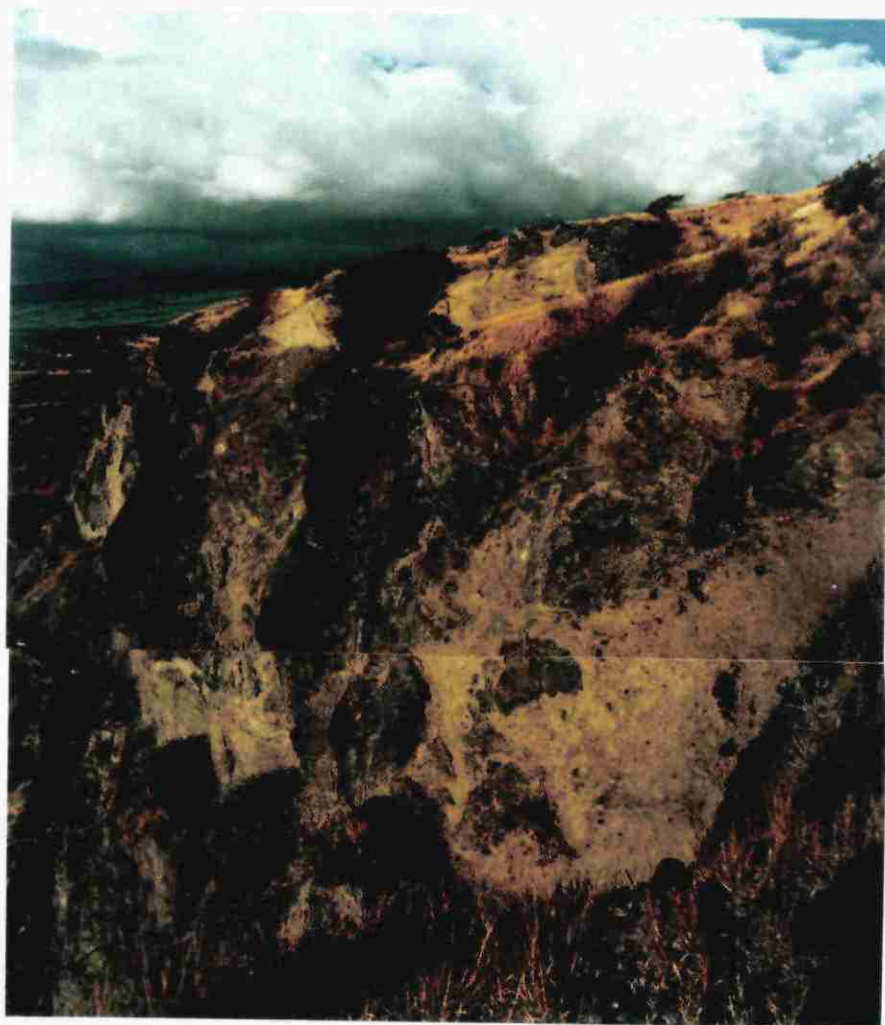




Fig. 7



Fig. 8

Exemples de désorganisation des blocs de brèches au sommet de la falaise : nombreux blocs et pierres sur la pente, à hauteur d'un couloir d'érosion, et pouvant être mobilisés par les eaux d'orage

FICHE ROUTIERE "RISQUES NATURELS"

Route : St Paul à St Gilles - N 1 -

Zone : N° 7 - Planche 5 -

Secteur : PK 30,900 à 31,100

Feuille : St Paul 1/5 000

Lieu-dit : La Petite Anse

Département : Ile de la Réunion

Caractéristiques physiques (Fig. 9 et 10)

. Hauteur totale des talus et falaise dominant la route, voisine de 50 à 60 m. Comprend un talus très raide, d'extension et de hauteur plus grande que le précédent (zone n° 6), surmonté d'une falaise bien dessinée, au rebord quasi-rectiligne.

. Falaise mixte avec de bas en haut et se superposant en biseau, les brèches jaunâtres à éléments fins, les brèches noirâtres scoriacées, grossières et au sommet réapparition de coulées basaltiques franches, en bancs massifs de 1 à 2 m, alternant avec niveaux scoriacés de 0,30 à 0,50 m. Les deux premiers niveaux vont disparaître au profit de basaltes, en direction de la zone n° 8.

. Basalte fracturé, avec nombreuses discontinuités parallèles à la paroi et isolant des blocs, de l'ordre du m³ et plus, et sous-cavés par l'effouillement des scories.

. Talus naturel dans coulées anciennes, altérées et terreuses. Pente forte, herbacée et avec quelques arbustes, couverte d'éboulis à gros blocs (chaos rocheux, témoin d'un écoulement ancien). Retaillé quasi-verticalement, à sa base, par l'emprise de la route, avec ancien glissement-arrachement au niveau du mur de soutènement.

Caractéristiques dynamiques :

. Dans la falaise, possibilité de chutes de pierres (CP), de blocs (CB), de gros blocs (CGB) et localement d'écroulement en masse (EM) :

- avec arrêt des pierres, blocs et gros blocs dans talus,
- sans arrêt probable pour écoulement en masse.

. Dans talus naturel, faible possibilité de remise en mouvement sur la pente des blocs déjà éboulés, par suite d'un éboulement supérieur.

. Dans talus artificiel, ravinement, arrachement et glissement possible :

- avec atteinte directe de la route.

Historique des désordres :

. (archives CFR), 1900 : 2 éboulements en masse, l'un de 20 m³ environ, l'autre de 40 m³.

Niveau de risque :

. Risque très faible à nul pour CP, CB et CGB qui seront pratiquement arrêtés par les talus.

. Risque moyen à élevé pour écoulements en masse EM qui peuvent arriver jusqu'à la route.

. Risque faible pour ravinement et arrachement dans talus artificiel.

Recommandations :

. Favoriser la végétation arbustive sur le talus et surveiller périodiquement la stabilité de quelques blocs particuliers.

. Eventuellement purge manuelle de certains gros blocs ou masses de basaltes.

Observateur : M. HUMBERT

Date : 06/86



Fig. 9 - Aspect général avec
 1 - falaise (basaltes, scories et brèches)
 2 - talus naturel entaillé par la route
 a - arrachement ancien
 b - chaos rocheux

Fig. 10 - Au contact de la zone 6,
 talus herbacé surmonté du
 niveau hirsuté de brè-
 ches, de scories et de
 basaltes



FICHE ROUTIERE "RISQUES NATURELS"

Route : St Paul à St Gilles - N 1 -

Zone : N° 8 - Planches 6 et 7 -

Secteur : PK 31,100 à 31,420

Feuille : St Paul 1/5 000

Lieu-dit :

Département : Ile de la Réunion

Caractéristiques physiques :

. Hauteur de la falaise de basalte dominant la route, passe de 60 m à 30 m au niveau du "col", vers le Cap la Housseye. Au droit et parfois même en surplomb au-dessus de la route, qui est en partie légèrement entaillée dans la falaise.

. Vers le sommet, bancs massifs de basalte de 2 à 3 m d'épaisseur avec de petits niveaux scoriacés, passant peu à peu vers le bas, à des bancs métriques à décimétriques avec de nombreuses intercalations de scories rougeâtres.

. Latéralement, en limite avec la zone n° 7 (côté St Paul), s'intercale au centre de la falaise, un niveau important de brèches scoriacées noirâtres qui s'effrite et sous-cave les basaltes sus-jacentes. C'est là qu'existe une très grosse écaille verticale (E), légèrement convexe, de plusieurs mètres de haut et qui concerne à la fois les basaltes et les scories. Fissure largement ouverte au sommet et qui mobilisera à l'écroulement plus de 10 m³ de matériau. Une autre écaille, plus petite, existe un peu plus bas (Fig. 11).

. Basalte très fracturé, avec de nombreuses discontinuités verticales et obliques, isolant des blocs plus ou moins volumineux, très souvent en surplomb au-dessus de la route (Fig. 12, 13).

Caractéristiques dynamiques :

. Forte possibilité d'écroulement en masse de l'écaille principale (E) interceptée par une petite vire herbeuse pouvant peut-être faire éclater les blocs et en retenir quelques-uns.

. Possibilité de chutes de blocs et de gros blocs, davantage dans niveau supérieur, partiellement interceptés par petite vire herbeuse, avec atteinte directe de la route.

. Possibilité de chutes de pierres et atteinte de la route.

Historique des désordres :

. 1911 - 1912 (archives CFR).

Niveau de risque :

. Risque élevé pour chutes de pierres, de blocs, de gros blocs.

. Risque moyen pour écroulement en masse (extrémité est), car falaise en léger retrait de la route, et formant une demi-lune).

Recommandations :

. La suppression du déversement des eaux superficielles dans la falaise en demi-lune améliore la tenue des parois qui sont malgré tout très vulnérables, à cause de l'existence, à cet endroit, d'un axe privilégié de drainage des eaux du plateau.

. Possibilité d'installer un mur de gabions, dans le virage, au pied de la demi-lune, pour éviter la propagation des éboulis sur la route.

. Purge des blocs à l'aplomb de la route et jugés dangereux par suite de fissures ouvertes.

Observateur : M. HUMBERT

Date : 06/86

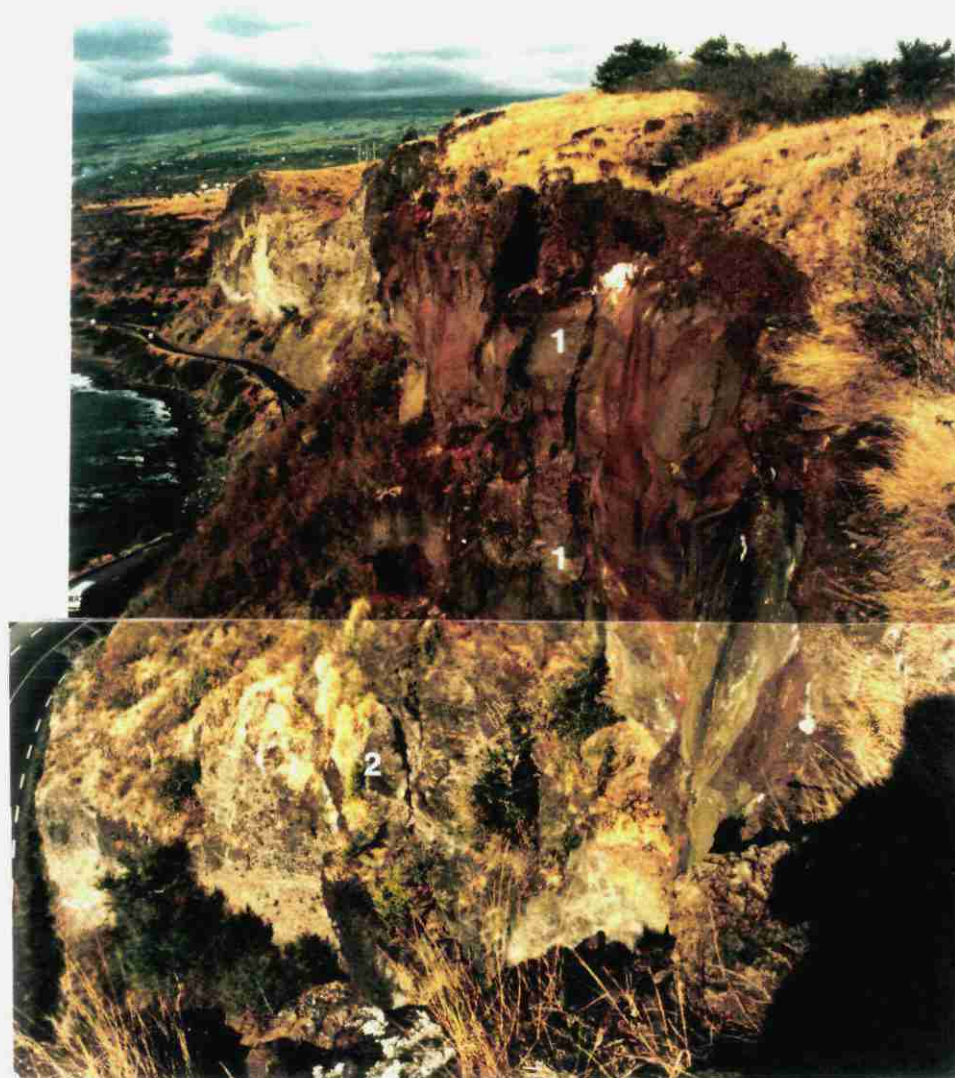


Fig. 11 - La limite de la zone 7, dans le "rentrant" de la falaise, exemple d'une écaille (1) légèrement convexe, de plusieurs mètres de haut, dans les basaltes et les scories, mobilisant au moins 10 m³ de matériau.

Autre écaille (2), plus petite, avec également fissure largement ouverte.

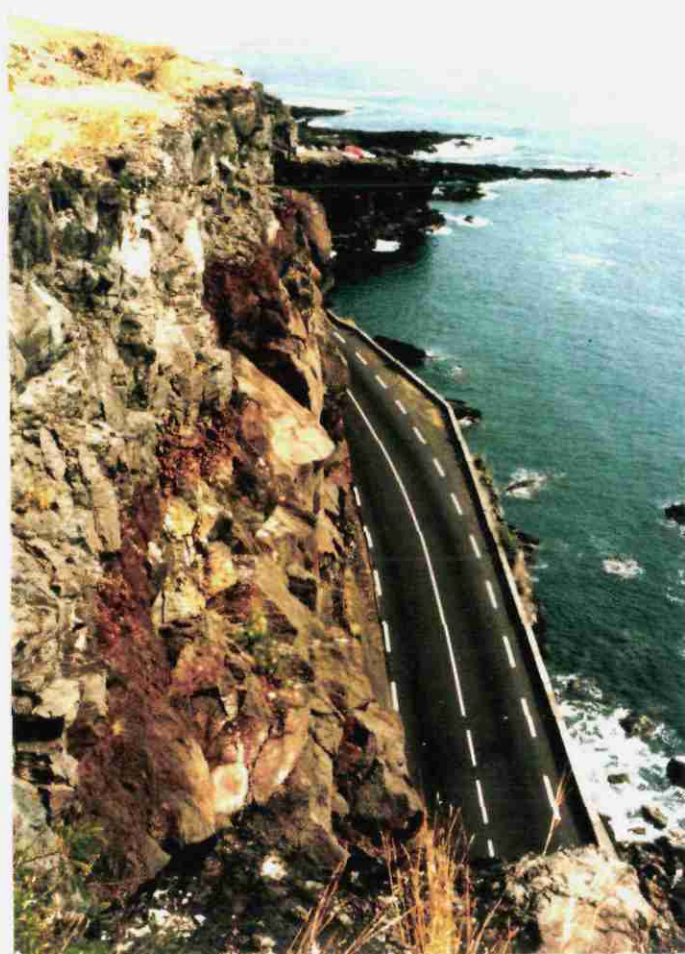


Fig. 12



Fig. 13

- Quelques exemples de démantèlement des bancs de basalte, vus du sommet de la falaise (avec surfaces de décrochement), ainsi que des brèches scoriacées (en net surplomb)
- Présence de pierres et de cailloux, en rebord de falaise et pouvant être entraînés par des eaux de ruissellement

FICHE ROUTIERE "RISQUES NATURELS"

Route : St Paul à St Gilles - N 1 -

Zone : N° 9, Planche n° 8

Secteur : PK 31,420 à PK 31,600

Feuille : St Paul 1/5 000

Lieu-dit : Cap La Houssaye

Département : Ile de la Réunion

Caractéristiques physiques (Fig. 14)

. La route, qui atteint ici son point culminant au passage du Cap La Houssaye, s'encastre à mi-hauteur dans la falaise. Au-dessus existence d'une falaise qui va en s'amenuisant de l'Est (25 m) vers l'Ouest (5 m). En-dessous de la route, falaise d'une quinzaine de mètres, avec grande caverne au niveau du littoral.

. Au niveau de la route, falaise de basalte massif à la base (3 à 4 mètres) surmontée d'un talus de brèche induré jaunâtre, à éléments fins, avec des passages terreux ocres.

. Sous la chaussée, falaise avec alternance de basalte très fracturé et de scories rougeâtres. De grandes fissures de décollement, verticales, très ouvertes, témoignent d'un appel au vide important (et qui menace la route). Existence d'une caverne, avec une voûte d'une dizaine de mètres et confortée par un pilier (vestige d'un effondrement considérable le 31 mai 1901, avec près de 5 000 m³, coupant la route sur 85 m) (Fig. 15).

Caractéristiques dynamiques :

. Faible possibilité de chutes de pierres et de blocs avec projection sur la route.

. Forte possibilité d'écroulement en masse sous la chaussée, au voisinage de la caverne (à la pointe P), avec destruction partielle du mur d'accotement.

. Possibilité d'écroulement partiel, dans la caverne, avec éventuelles répercussions dans la stabilité des niveaux supérieurs.

Historique des désordres :

. 31 mai 1901 : effondrement sous la chaussée, au Cap La Houssaye (5 000 m³, 85 mètres de route détruite).

Niveau de risque :

. Risque faible pour chutes de pierres et de blocs.

. Risque élevé pour écroulement de la falaise littorale (avec répercussions éventuelles sur la stabilité de la chaussée).

Recommandations :

. Surveillance de la grande fissure de décollement et de son évolution, avec pose éventuelle de capteurs de déplacement,

. Surveillance de la caverne littorale et de son évolution en vue de prendre dans les 2 cas, d'éventuelles mesures de conservation ou de sécurité.

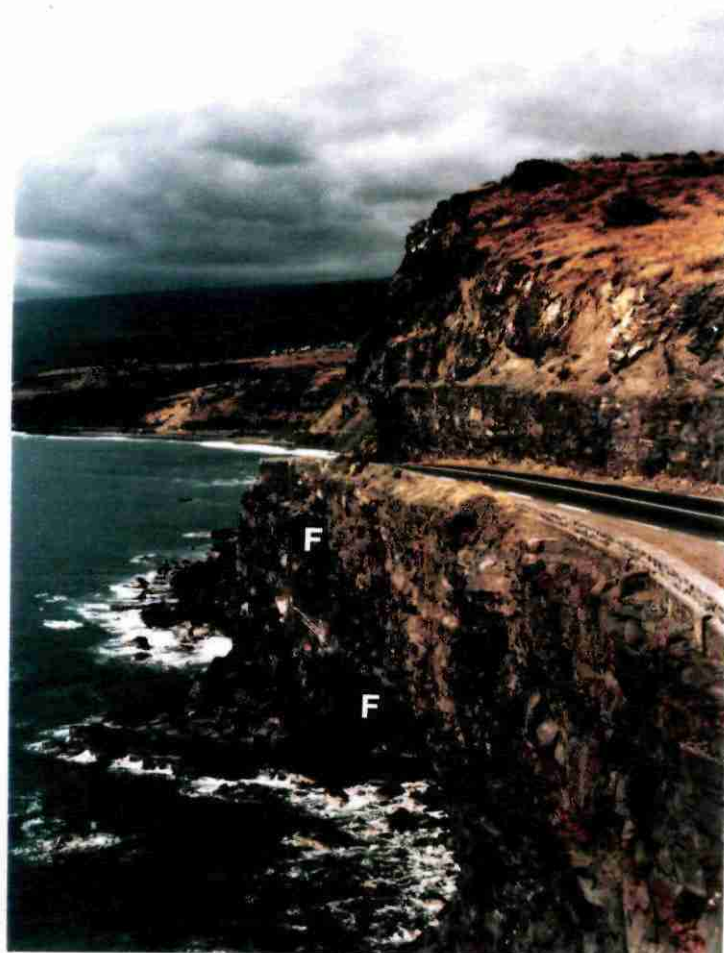
Observateur : M. HUMBERT

Date : 06/86



Fig. 14 - Vue d'ensemble avec caverne en-dessous de la route et renforcée par un pilier

Fig. 15 - Grande fissure de décollement et appel au vide, en-dessous du mur d'accotement (F)



FICHE ROUTIERE "RISQUES NATURELS"

Route : St Paul à St Gilles - N 1 -

Zone : N° 10

Secteur : PK 31,600 à PK 31,800

Feuille : St Paul 1/5 000

Lieu-dit : Ravine Patent

Département : Ile de la Réunion

Caractéristiques physiques :

. Franchissement de la route en remblai.

Caractéristiques dynamiques :

. Néant.

Historique des désordres :

. Néant.

Niveau de risque :

. Néant

Recommandations :

. Néant

Observateur : M. HUMBERT

Date : 06/86

FICHE ROUTIERE "RISQUES NATURELS"

Route : St Paul à St Gilles - N 1 -

Zone : N° 11

Secteur : PK 31,800 à PK 32,420

Feuille : St Paul 1/5 000

Lieu-dit : Route à 2 voies

Département : Ile de la Réunion

Caractéristiques physiques :

. Tranchées de la route ouverte dans petit massif de brèches très indurées, avec des talus verticaux ne dépassant pas 5 m de haut.

. Au débouché de la Ravine Champagne, absence de talus.

Caractéristiques dynamiques :

. Très bonne tenue des talus.

. Effritement et chutes de petites pierres.

Historique des désordres :

. Néant

Niveau de risque :

. Néant

Recommandations :

. Néant

Observateur : M. HUMBERT

Date : 06/86

Route : St Paul à St Gilles - N 1 -

Zone : N° 12

Secteur : PK 32,420 à PK 32,600

Feuille : St Paul 1/5 000

Lieu-dit :

Département : Ile de la Réunion

Caractéristiques physiques :

. Falaise verticale de 10 à 30 m de haut.

. Ouverte dans des brèches indurées, à éléments de nature et de grosseur variées (avec même des éléments de l'ordre de 0,3 à 0,5 m³), noyés dans une matrice d'aspect terreux, à éléments fins, altérés.

. Malgré l'aspect très irrégulier des parois (succession de plages en creux ou en relief), tous les éléments grossiers sont fortement fixés dans les niveaux plus fins.

. Très peu de traces d'écaillages de la surface de la falaise.

. Point particulier Y : échancrure dans la falaise et couloir d'érosion avec accumulation en pied de dépôts sableux et graveleux.

Caractéristiques dynamiques :

. Faille, possibilité de chutes de pierres et de blocs dans le fossé de la route.

. Forte possibilité de ravinement et d'alluvionnement rapide en cas de précipitations cycloniques.

Historique des désordres :

. 1948 (archives CFR).

Niveau de risque :

. Risque faible pour CP et CB.

. Risque élevé pour coulées terreuses.

Recommandations :

. Curer périodiquement le fossé de réception, à la base de la falaise.

Observateur : M. HUMBERT

Date : 06/86

Route : St Paul à St Gilles - N 1 -

Zone : N° 13

Secteur : PK 32,600 à PK 33,030

Feuille : St Paul 1/5 000

Lieu-dit :

Département : Ile de la Réunion

Caractéristiques physiques :

. Falaise de brèches noirâtres, de 50 à 60 mètres de haut, qui se double localement d'avant en arrière, avec un très haut piton (ou aiguille) à l'arrière plus ou moins en surplomb.

. Dans gouttière, entre les deux falaises, quelques gros blocs éboulés, traces du démantèlement de celles-ci.

Caractéristiques dynamiques :

. Curieuse forme d'érosion, assez intense, qui s'est installée dans les niveaux "terreux", plus fins (cf. Zone n° 12), d'où une succession en bordure de la route de fenêtres, de couloirs d'érosion, isolant ainsi de mini-pitons.

. Pas de traces de grandes fissures, mais possibilité d'éboulement en masse de ces pitons à l'arrière-plan de la route, mais aussi pour quelques-uns en bordure de la route.

. Possibilité de chutes de pierres, de petits et gros blocs.

Historique des désordres :

. 1903 - 1911 - 1912 - 1948 (archives CFR).

Niveau de risque :

. Risque élevé de CP, CB et CGB.	} sur la route
. Risque moyen de EM	
. Risque élevé de EM à l'arrière-plan (mais sans effet direct sur la route).	

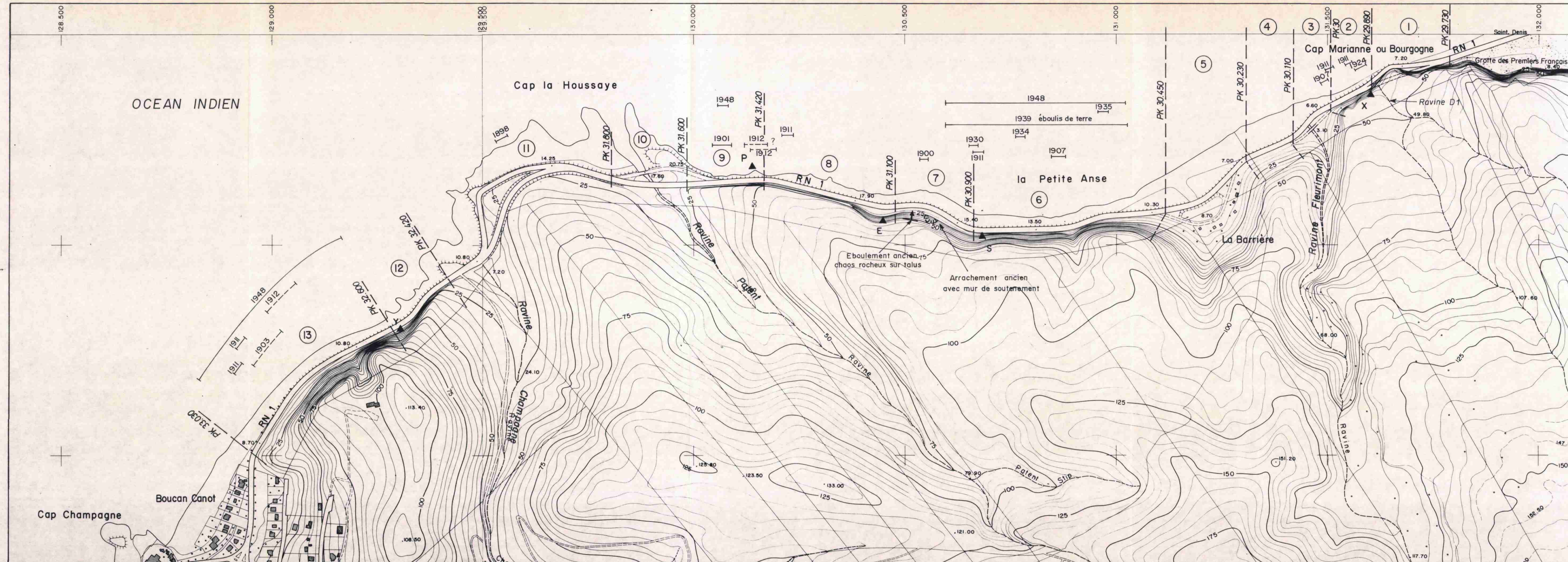
Recommandations :

. Surveiller le déphasement éventuel de blocs dans les parois.

. Entretien du fossé, récepteur de pierres et de blocs.

Observateur : M. HUMBERT

Date : 06/86



Carte de situation du zonage de la route du Cap La Houssaye (Ile de la Réunion)

- ② Numérotation des zones et des fiches
- 1912 Localisation approximative des désordres CFR
- ▲ Y Points particuliers décrits dans les fiches

ECHELLE: 1/5 000

Ministère de l'Intérieur
Direction de la Défense et de la Sécurité civiles

BRGM Orléans et St Denis de la Réunion

