

ASSISES 3^e édition
**RÉGIONALES
DES RISQUES
NATURELS**

La Réunion 2023



Gare aux galets sur la RD48!

Vers une gestion objectivée du
risque mouvements de terrain sur la
route de Salazie

Intervenants :

M. LE MOIGNE & Mme. CHAPUT (BRGM)

M. STARK (Directeur des routes départementales)

*Mme. PAPAYA (1^{ère} adjointe au Maire de Salazie,
Conseillère départementale)*

Contact : b.lemoine@brgm.fr



Géosciences pour une Terre durable

brgm



Sommaire

1. La gestion des routes face aux mouvements de terrains

- Pourquoi?
- Comment ?

2. La délicate gestion de la route d'accès à Salazie (RD48)

- Les enjeux du cirque et de son accès
- Coincée entre remparts et rivière
- La forte exposition de la RD48 aux mouvements de terrain
- La délicate conciliation des risques gravitaires et des risques socio-économiques

3. L'analyse quantitative des risques grâce à un historique riche

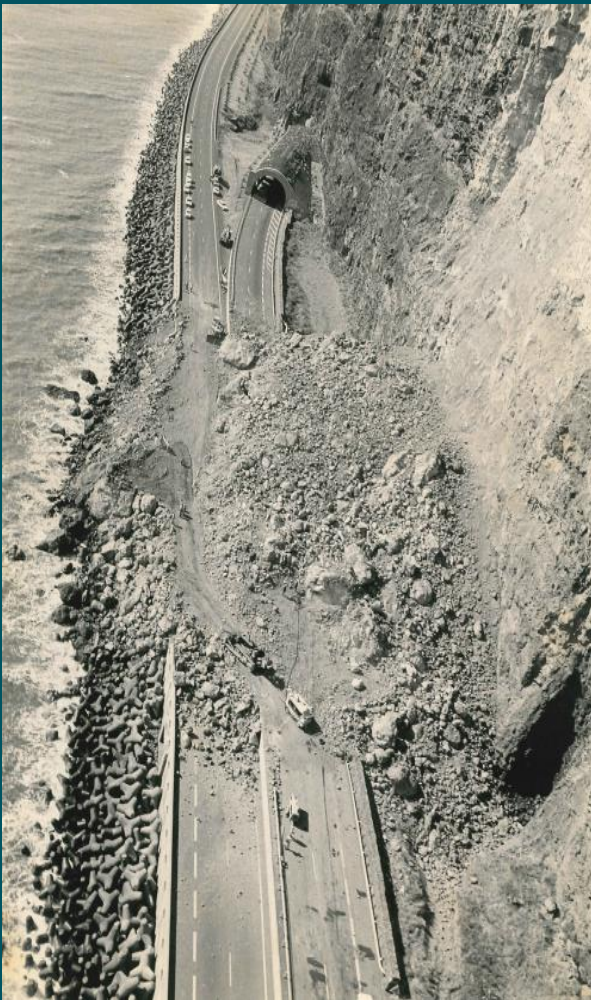
- La quantification du risque pour les usagers, un moyen d'objectiver le « risque normal »
- La pluie, un facteur aggravant démontré statistiquement
- Vers une évaluation des modes de gestion de la route

4. Perspectives d'exploitation de ces résultats



ASSISES 3^e édition
**RÉGIONALES
DES RISQUES
NATURELS**

La Réunion 2023



1. La gestion des routes face aux mouvements de terrains

Pourquoi?

Comment ?



La gestion des routes face aux mouvements de terrains

Pourquoi?

- Pour la protection des **vies humaines et d'enjeux socio-économiques**.
- En France de manière générale, les citoyens sont couverts faces aux risques naturels, en contrepartie de mesures de prévention et d'un cadre réglementaire strict.
- Pour la gestion des routes exposées à des risques naturels le cadre réglementaire reste plus évasif car:
 - Souvent pas d'alternative réaliste au passage de route dans les zones à risques
 - Ni de moyens de sécuriser en totalité l'ensemble des routes concernées.



La gestion des routes face aux mouvements de terrains

Pourquoi?

Mais aussi une histoire de responsabilités

- **L'usager** doit accepter une part du « **risque considéré comme normal** » sur les routes de montagne (loi Montagne de 1985)
- **La responsabilité du gestionnaire de la route** peut être engagée en cas d'accident (jurisprudence).
 - En cas de litige, le gestionnaire doit démontrer d'une « **gestion normale** »
- Si des habitations riveraines sont concernées, la responsabilité du **maire de la commune** peut aussi être engagée. Il doit démontrer aussi d'une « **Gestion adéquate de la situation** » (jurisprudence).



La gestion des routes face aux mouvements de terrains

Pourquoi?

...et une perception variable du risque

- Phénomènes soudains et souvent imprévisibles
- Phénomènes pouvant marquer les esprits et les sensibilités
- Perception variables (habitants des cirques et usagers occasionnels d'une route exposée)
- Sujet clivant : interaction Homme <> milieu naturel



Qu'est qu'un risque normal?

Et une gestion normale / adéquate ?



La gestion des routes face aux mouvements de terrains

Comment ?

Comment évaluer le risque normal ? ... pour mettre en œuvre une gestion normale ou adéquate.

- Les gestionnaires et autorités font appel à l'expertise de **spécialistes** (BRGM, Cerema , Bureaux d'études, ...)
- Modes d'intervention
 - **interventions d'urgence** en réaction à un événement observé ou redouté
 - *Diagnostic de l'événement,*
 - *Evaluation des risques résiduels,*
 - *Recommandations pour la réduction des risques*
 - **Etudes de caractérisation de l'aléa et de programmes de sécurisation d'itinéraire ou de secteur**
- Chaine décisionnelle plutôt bien **rodée et efficace**
- Le gestionnaire de la route reste décisionnaire, le cas échéant le préfet. **Attention : Ce n'est pas l'expert qui décide de fermer la route**



Quid des responsabilités ?



La gestion des routes face aux mouvements de terrains

Comment ?

Comment évaluer le risque normal ? ... pour mettre en œuvre une gestion normale ou adéquate.

- Diagnostics basés souvent sur le « **dire d'expert** » s'appuyant sur
 - des constats visuels ;
 - et mesures in situ ou *a posteriori* ;
 - la consultation de l'historique de la zone ;
 - et prises en compte des témoignages extérieurs;
 - l'expérience de l'expert.
- avec ses avantages :
 - Déploiement rapide ;
 - Avis de l'expert à chaud et *a posteriori*.
- et ses limites :
 - Conditions d'observations ;
 - part de subjectivité de l'expert.

→ **Les doutes conduisent souvent à des postures sécuritaires**

→ **Difficulté de lever ces postures après éventuelle fermeture**



2. La délicate gestion de la route d'accès à Salazie (RD48)



Les enjeux du cirque et de son accès

Coincée entre remparts et rivière

La forte exposition de la RD48 aux mouvements de terrain

La délicate conciliation des risques gravitaires et des risques socio-économiques



La délicate gestion de la route d'accès à Salazie (RD48)

Les enjeux du cirque et de son accès

Les enjeux du cirque sont multiples et différemment répartis sur le territoire

Vies humaines

Personnes pouvant être physiquement impactées par un MVT (risque de blessure ou décès)
 + 8000 habitants, certains secteurs plus peuplés



Population vulnérable

Personnes dont l'existence sera fortement perturbée si leur logement est touché par un MVT, par exemple :

- Vivant sous le seuil de pauvreté (> 50%)
- Personnes âgées (13%)
- Personnes malades/handicapées
- Jeunes enfants (16%)



Biens matériels

Habitations, bâtiments, équipements, stocks, animaux d'élevage...

> Valeur éco des dommages, pertes directes ou indirectes



Patrimoine

Monuments historiques, religieux, cimetières, etc.
 > Perte d'identité, d'attractivité

Infrastructures stratégiques

Services essentiels & sécurité civile :

- Mairie, écoles
- Hébergements d'urgence
- Pompiers, Gendarmerie
- Station essence
- Relais téléphone, captages, réservoirs



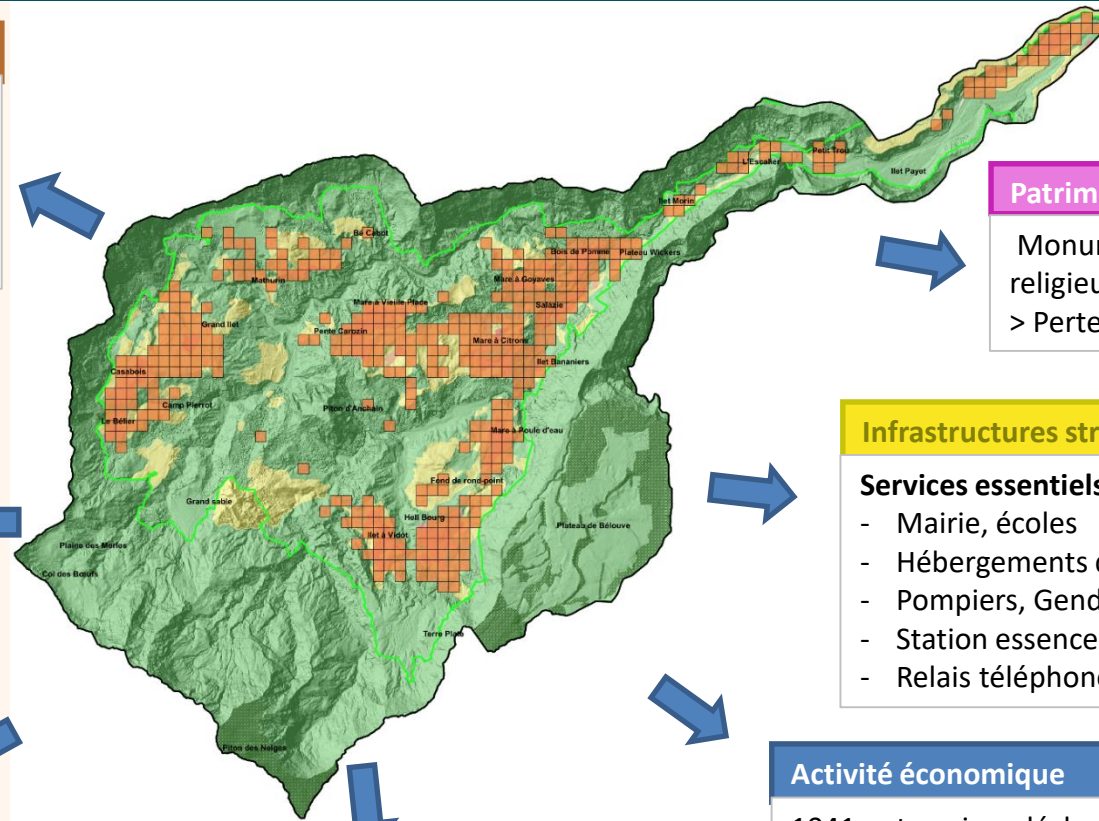
Activité économique

1041 entreprises déclarées dans le Cirque en 2021
 ~ 1700 emplois déclarés
 Activité agricole
 Activité touristique



Réseaux vitaux

Réseaux essentiels au fonctionnement socio-économique du cirque : routes, eau, EDF



5 000 veh./j en moyenne



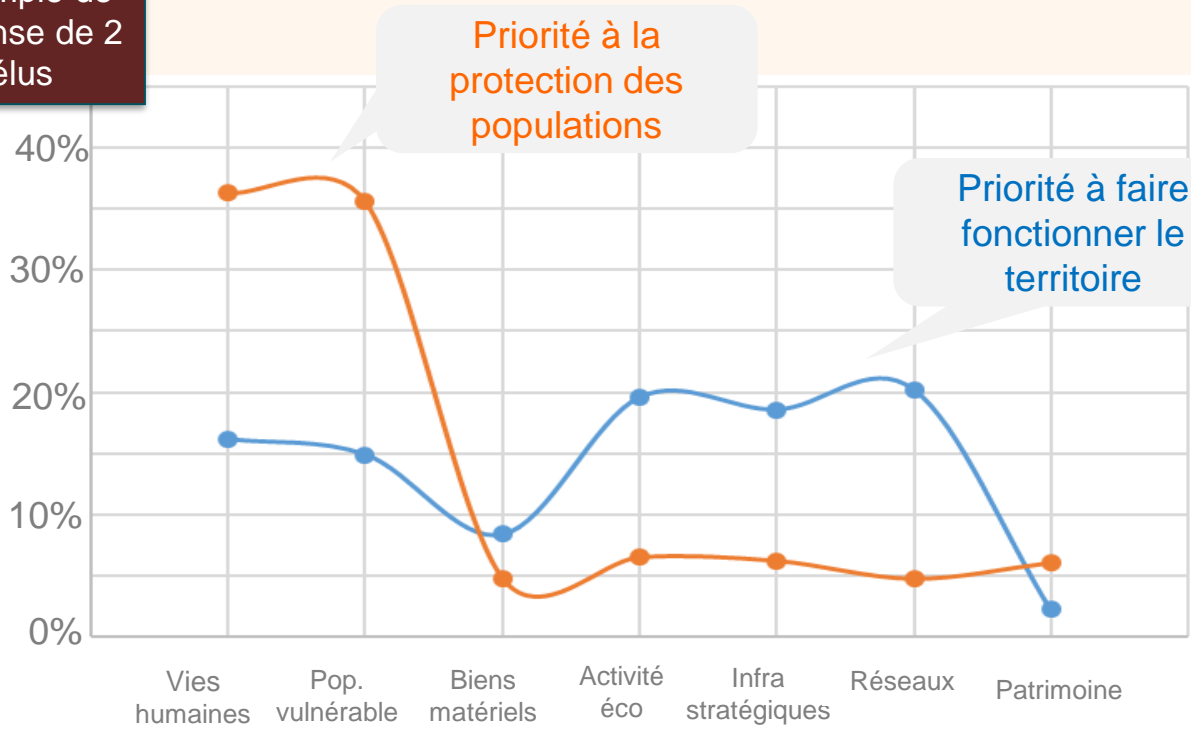
La délicate gestion de la route d'accès à Salazie (RD48)

Les enjeux du cirque et de son accès

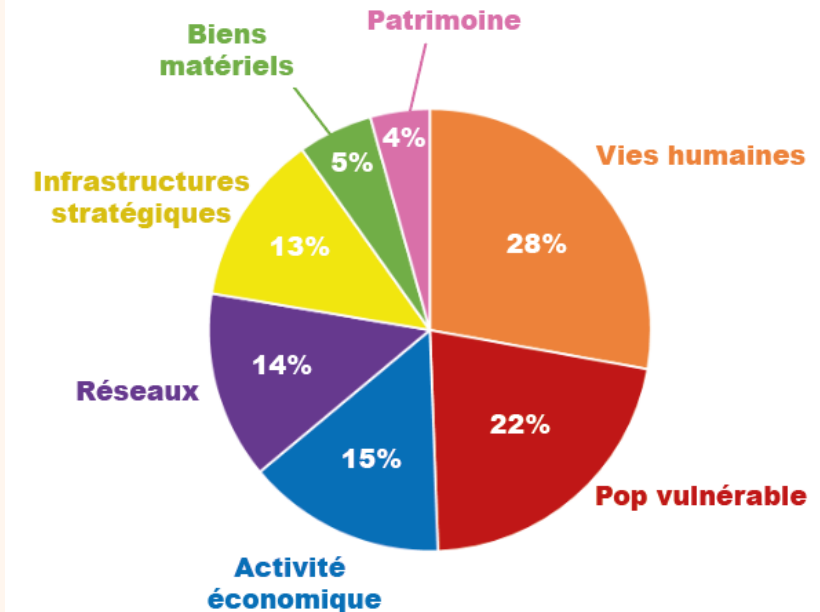
Quel type d'enjeu protéger en priorité?

- **Subjectif**, perception variable selon les individus en fonction de leur histoire, de leur connaissance du territoire, de leur mission professionnelle, de leurs valeurs ...etc.
- Démarche participative = consultation d'acteurs (7 élus + 10 techniciens)
 Questionnaire : hiérarchisation des enjeux entre eux (méthode AHP)

Exemple de réponse de 2 élus



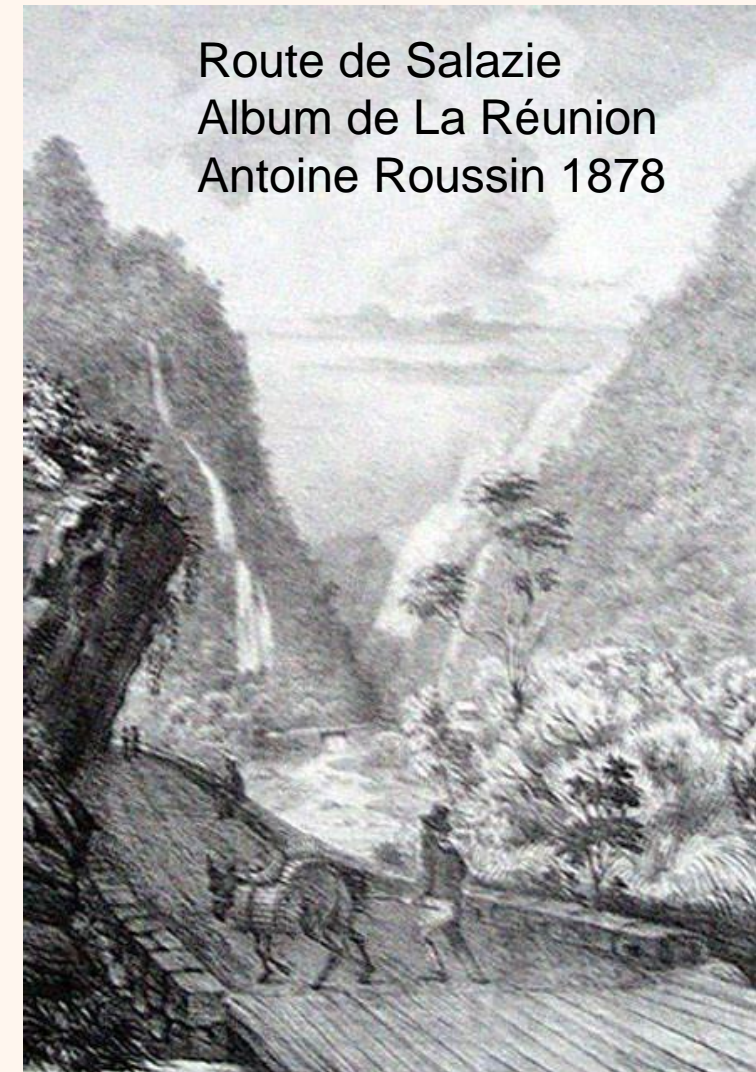
Moyenne des réponses des élus



La délicate gestion de la route d'accès à Salazie (RD48)

Coincée entre remparts et rivière

- Route historique de 13 km du Pont de Bengalis à Salazie
- Seul accès routier au cirque
- Au pied de remparts de 50 m à 800 m de dénivelé et les pentes plus de 60° rattachés à des formations volcaniques du Massif du Piton des Neiges
- Versant densément végétalisé
- Nombreuses ravines, cascades et résurgences
- Longeant la Rivière du Mât ($Q_{100} \sim 3\,000\text{m}^3/\text{s}$) au pouvoir érosif considérable
- Très forte pluviométrie : > 4m/ an



La délicate gestion de la route d'accès à Salazie (RD48 PR3>16)

La forte exposition de la RD48 aux mouvements de terrain

Combien d'atteinte de la route par an?

563

événements (cdb)
recensés depuis 2002
du PR3 au PR16

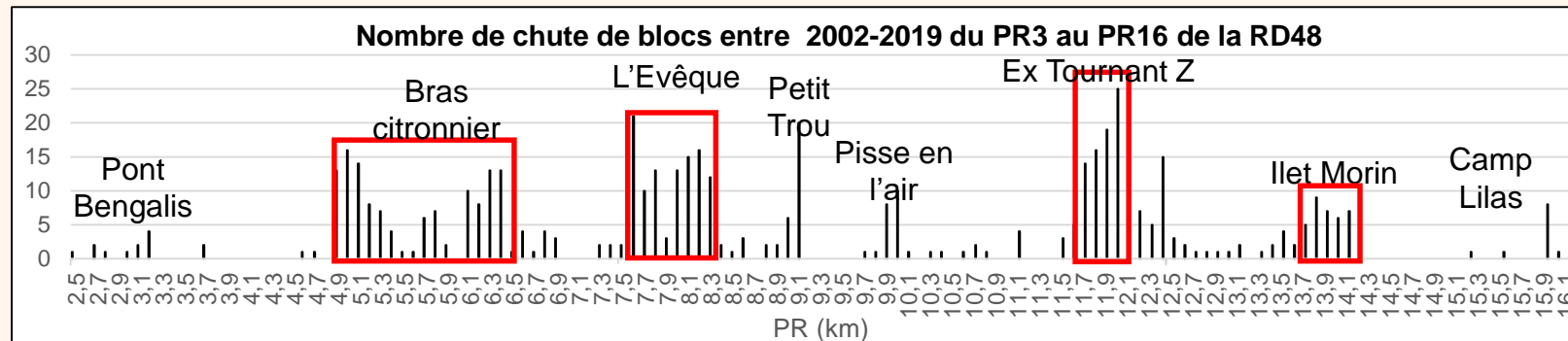
30

événements /an
avant 2016

18

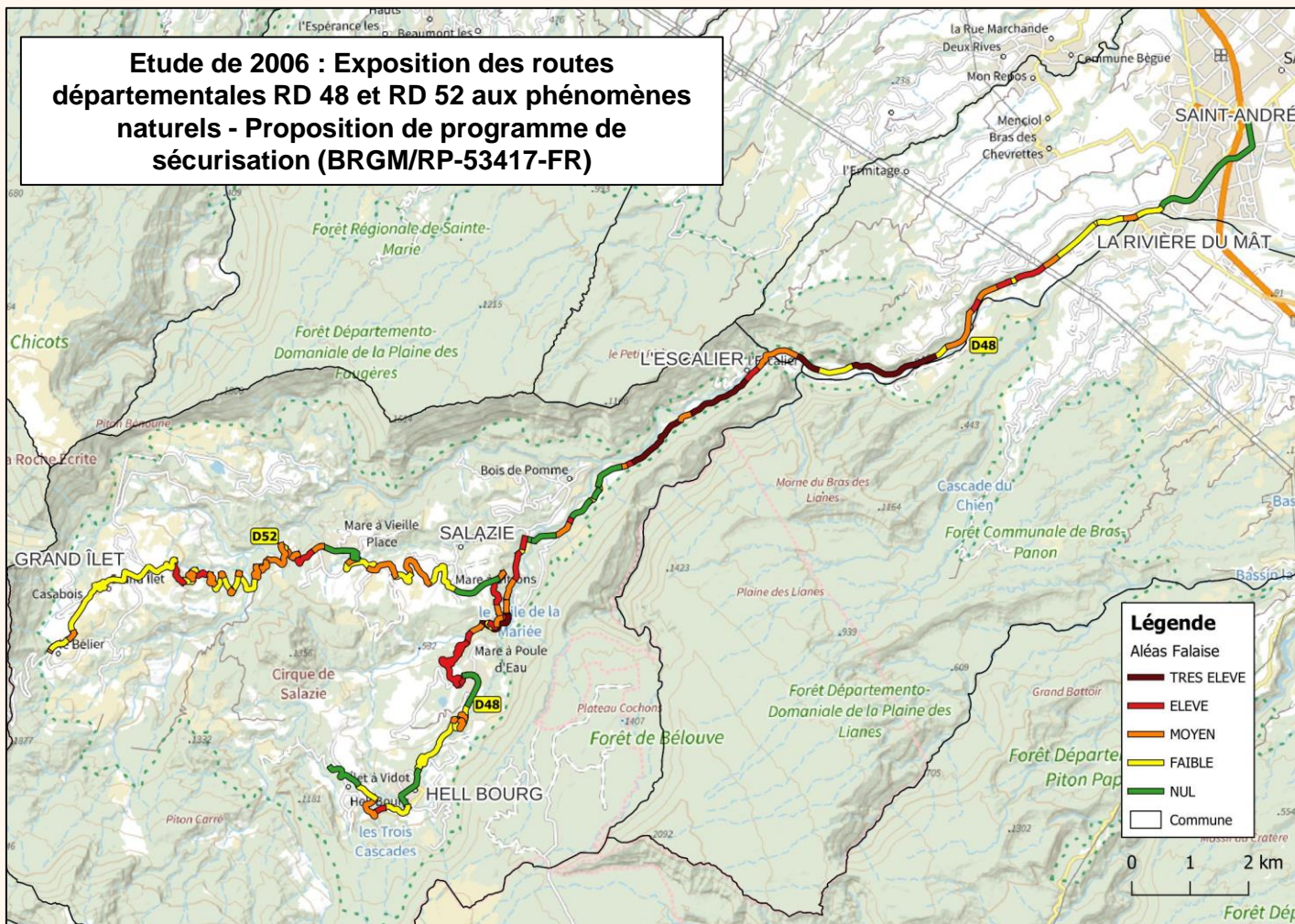
événements /an
après 2016

- **Chutes de blocs** fréquentes par temps de pluie
- *Volume des blocs unitaire souvent de l'ordre de 1m³*
- **Glissements superficiels** fréquents, avec propagation en coulée dans les remparts souvent très impactant
- **Eboulements en masse** plus rares (ex: Ilet Morin)



La délicate gestion de la route d'accès à Salazie (RD48)

La forte exposition de la RD48 aux mouvements de terrain



- RD48 = 28 km, dont 10 km aléa fort/majeur (chute de blocs et éboulement)

- Identification des secteurs à dangereux à traiter en priorité

- Programme de sécurisation (stade esquisse) avec 2 variantes (courante et complexe) + coûts associés (2005)



La délicate gestion de la route d'accès à Salazie (RD48)

La forte exposition de la RD48 aux mouvements de terrain



Accidentologie liée aux chutes de blocs sur la RD48 (PR3 à 16)

Impacts d'usagers RD48 (PR3 à 16)

- ~1 véhicule impacté par an, soit 5% des événements recensés depuis la sécurisation du tournant Z
- ~1 usager (blessé) tous les 2 ans en moyenne ; Aucun mort connu
- Plus d'impact d'utilisateur ces dernières années (augmentation du trafic ? ou tendance à déclarer plus facilement les sinistres ?)
- 1/4 des accidents routiers et des blessés sur la RD48 liés aux chutes de blocs

Mise en perspective de cette exposition avec celle de l'emblématique Route du littoral

- Route du littoral (avant viaduc) : 2 véhicules impactés par an en moyenne
- Soit 2 fois plus que sur la RD48, mais avec un trafic et donc une probabilité d'impact 10-15 fois supérieure
 - > risque collectif supérieur sur la route du littoral
 - > risque individuel supérieur sur la RD48



La délicate gestion de la route d'accès à Salazie (RD48)

La délicate conciliation des risques gravitaires et des risques socio-économiques



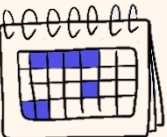
Risques géologiques

Risques résiduels
Menaces pour les usagers
Incertitudes
Conditions météo ...



Possibilités de sécurisation

Faisabilité des travaux
Délai de traitement de ces risques avec ou
sans phasage
Conditions de sécurité des travaux de
sécurisation
Risques secondaires
(ex. coupure de route par les purges)



Impacts sociaux

Accès au lieu de travail
Transport scolaire
Exaspération de la population

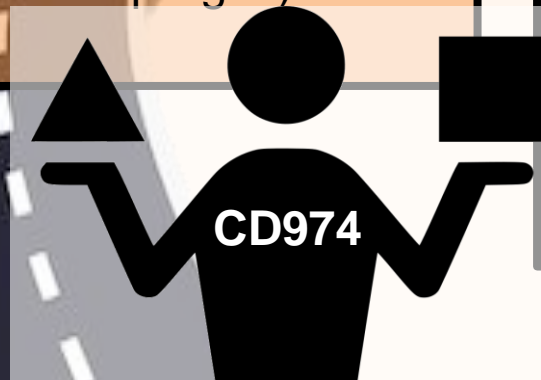
Impacts économiques

Impossibilité d'écouler la production agricole
Alimentation du bétail
Baisse activité touristique
...toutes les activités connectées au littoral

Impacts sanitaires

Coupure de l'accès aux soins
Risques sanitaires dans les élevages

Impacts variables en fonction de l'heure, de
la durée, de la période et la fréquence des
coupures



3. L'analyse quantitative des risques grâce à un historique riche

La quantification du risque pour les usagers, un moyen d'objectiver le « risque normal »

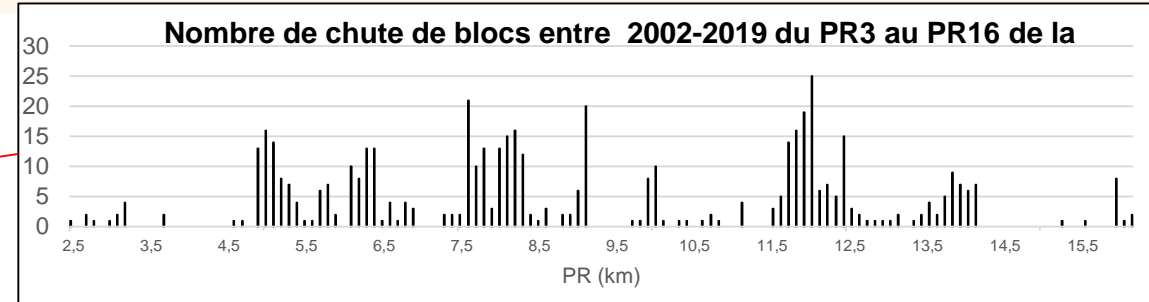
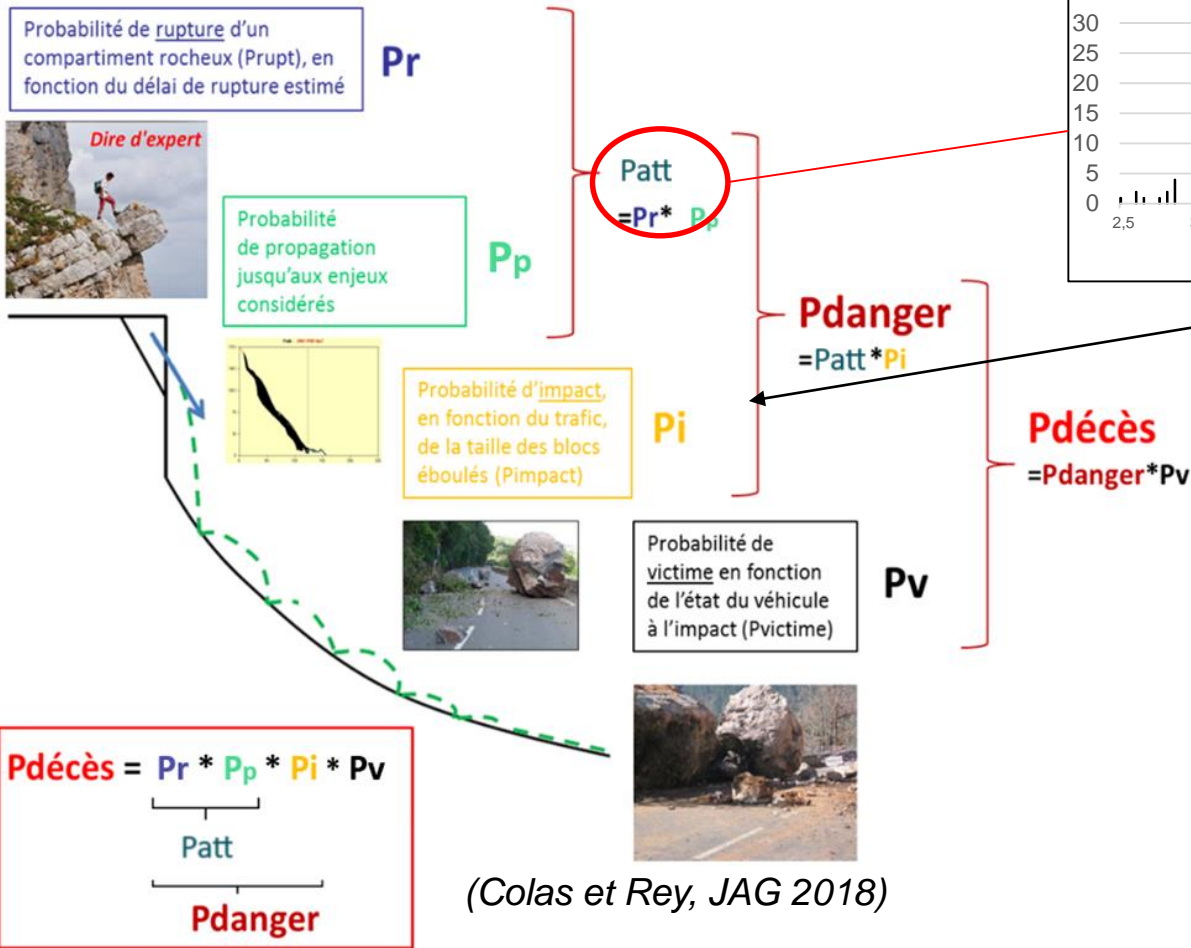
La pluie, un facteur aggravant démontré statistiquement

Vers une évaluation des modes de gestion de la route

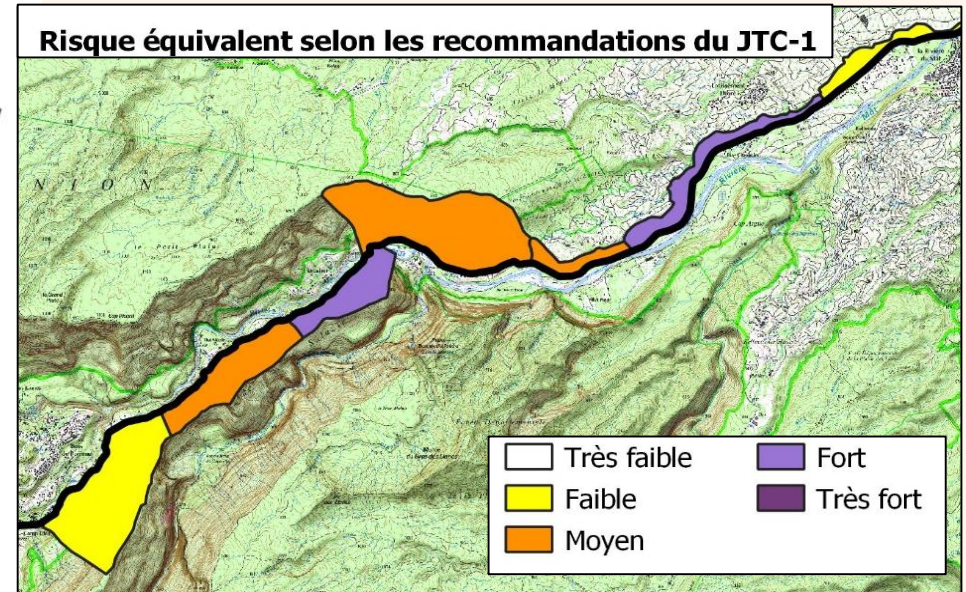


L'analyse quantitative des risques grâce à un historique riche

La quantification du risque pour les usagers, un moyen d'objectiver le « risque normal »



Conditions de trafic



- > Approche sectorisée pour avoir une représentativité statistique
- > Moins fin que le dire d'expert
- > Objectivation du risque par rapport à des seuils de référence internationaux



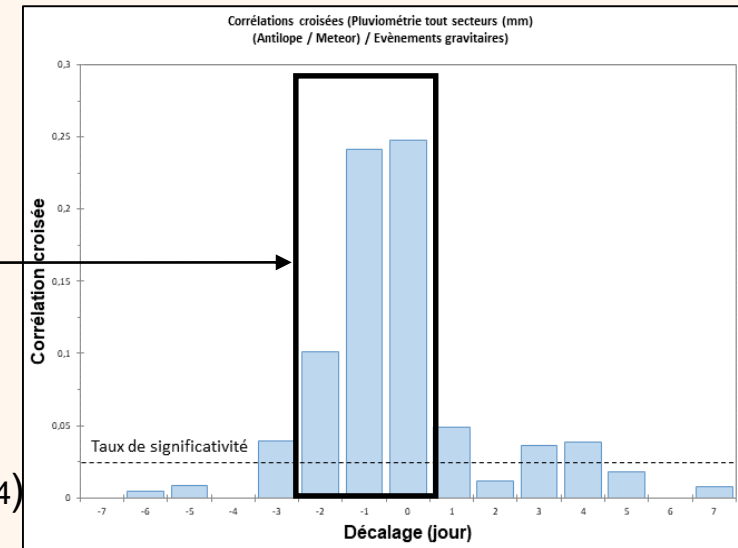
L'analyse quantitative des risques grâce à un historique riche

La pluie, un facteur aggravant démontré statistiquement

- Probabilité d'occurrence conditionne la gestion du risque
- Qualitativement admis que les **facteurs météorologiques sont prépondérants** dans le déclenchement des instabilités rocheuses notamment les **pluies intenses et les variations températures**

- En effet, la corrélation croisée entre la fréquence de chute de blocs sur la RD48 et les jours pluvieux montre :

- **des chutes de blocs principalement le jour pluvieux et le lendemain**
- **dans une moindre mesure le sur-lendemain**
- **Au-delà de ce délai l'influence de la pluie n'est plus notable**



- Résultats comparables sur la Route de La Montagne (*Le Moigne, 2021*)
- Sur la Route du Littoral: chutes principalement le jour pluvieux (*Delonca, 2014*)
- Explication possible : Perte de cohésion lors du séchage des matériaux d'assise des blocs



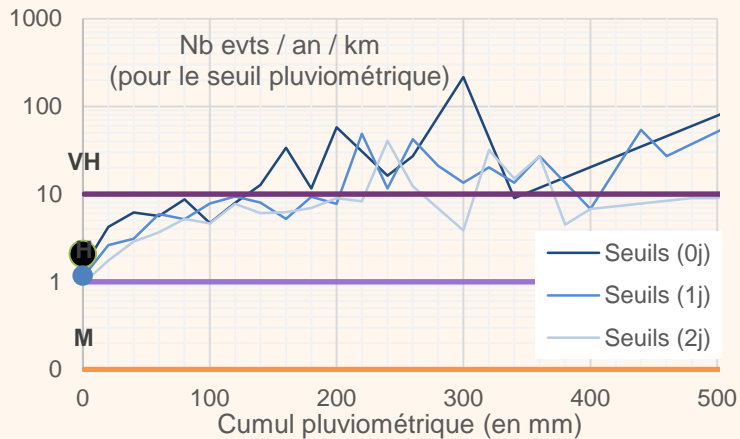
- Apport de cette information en terme de gestion
- Vigilance renforcée pendant 2-3 jours après de fortes pluies
- Auparavant il était souvent mentionné un délai de 5 -10 j



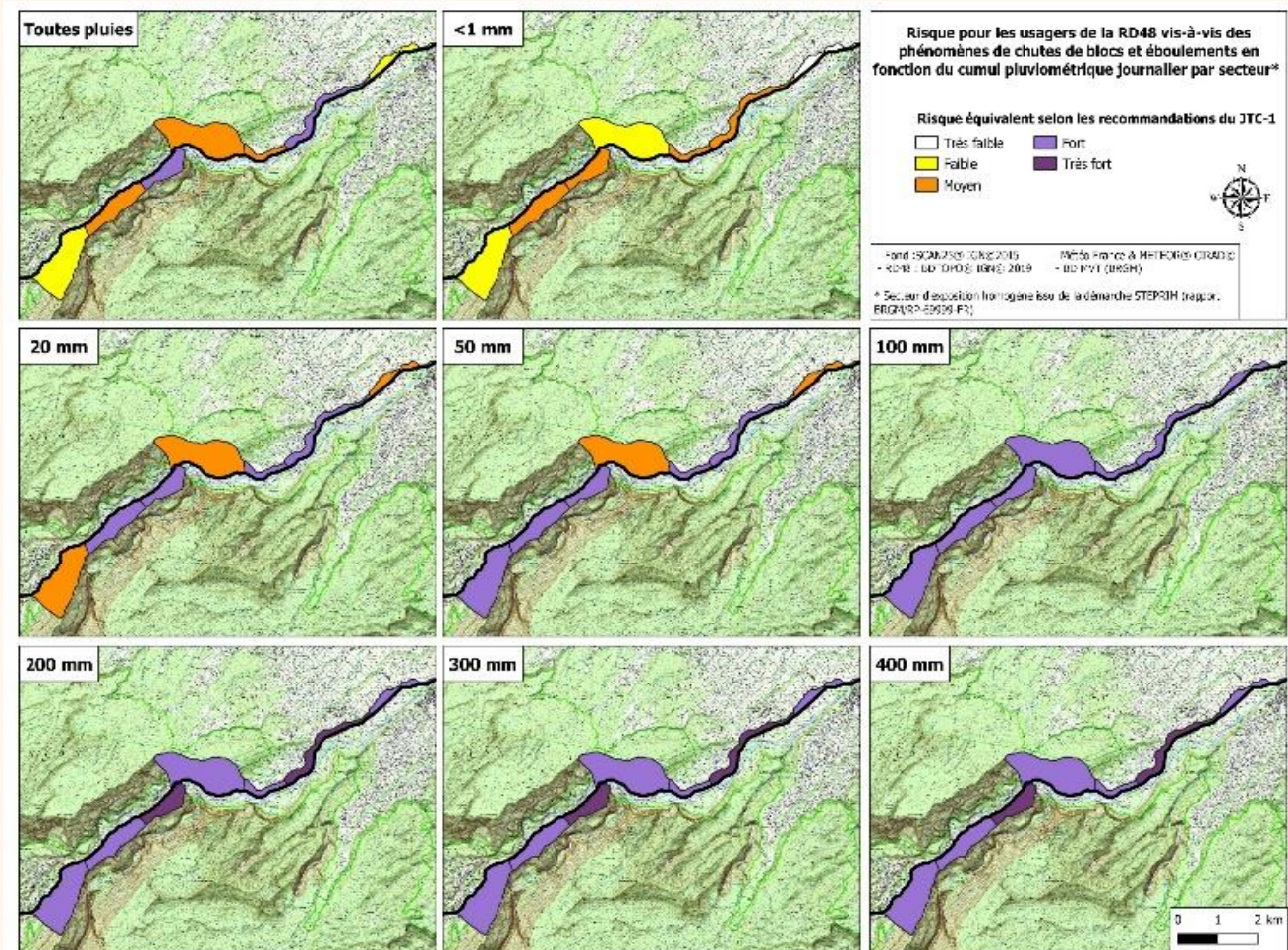
L'analyse quantitative des risques grâce à un historique riche

La pluie, un facteur aggravant démontré statistiquement

- Mise en relation statistique de la fréquence de chute de blocs et le cumul de pluies sur 1, 2 et 3 jours par secteur



Quantification sectorisée du risque pour les usagers en fonction de la pluviométrie



L'analyse quantitative des risques grâce à un historique riche

Vers une évaluation des modes de gestion de la route

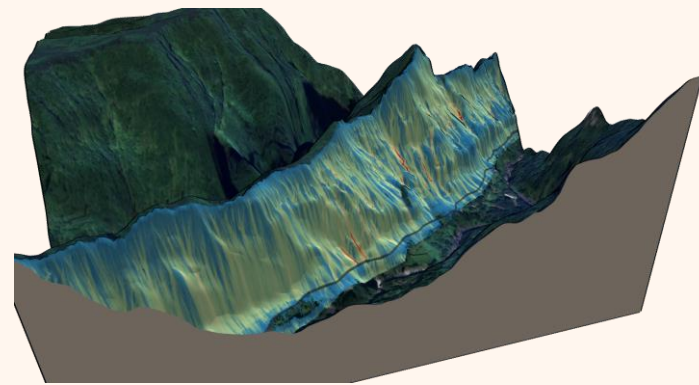
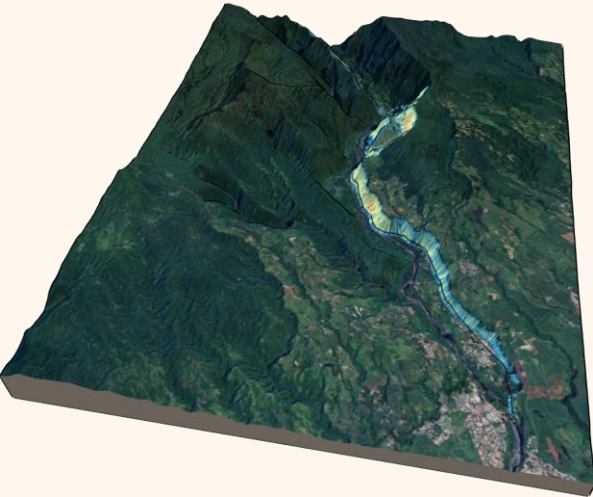
Constats :

Les fermetures de route programmées ou imprévues occasionnent des embouteillages et le stockage des véhicules sous des zones à risques

Est-ce la gestion optimale?

Etude en cours pour tenter de répondre à cette question :

- Modèle de trajectographie de blocs 3D haute résolution (1m) calibré avec les événements connus avec prise en compte des ouvrages
 - Identification fine des zones exposées et des zones sûres
 - Distinction des probabilité d'atteinte amont et aval
- **Quantification intégrée des risques gravitaires collectifs et individuels en fonction de :**
 - La pluviométrie
 - L'exposition aux chutes de blocs sens montant – sens descendant
 - Le trafic horaire en distinguant la semaine des JF et WE
- **Outil de simulation de modes de gestion** (fermeture, convoi, alternat, zone de stockage,...)



> Aide à la gestion de la RD48

ASSISES 3^e édition
**RÉGIONALES
DES RISQUES
NATURELS**

La Réunion 2023



Perspectives d'exploitation de ces résultats par le gestionnaire



Perspectives d'exploitation de ces résultats par le gestionnaire

- **Poursuivre la sécurisation de l'itinéraire existant** en s'appuyant sur les études de sécurisation existantes à actualiser
- **Etudes de désenclavement du cirque de Salazie**
Nécessité de compiler toutes les études existantes et d'associer l'ensemble des acteurs concernés (Région, intercommunalités)
- **Etudes pour une meilleure évaluation des incidences socio-économiques des fermetures de routes sur le cirque**
- **Plan de gestion de crise en cas d'évènement courant et exceptionnel (type évènement du 26/01/23)**
 - Vers un protocole en cas de fermeture de la route (limite de compétence du gestionnaire de la route) ?



ASSISES 3^e édition RÉGIONALES DES RISQUES NATURELS

La Réunion 2023



Merci de votre attention

