

Formalisation d'un retour d'expérience à la suite d'un événement de chutes de blocs sur infrastructures de transport

Note méthodologique



Formalisation d'un retour d'expérience à la suite d'un événement de chutes de blocs sur infrastructures de transport

Note méthodologique

Ont participé à la réalisation de cette note :

Groupe de rédaction :

- Florence BELUT (SNCF Réseau)
- Nathalie BÉRENGER (Cerema)
- Bastien COLAS (BRGM)
- Valentin LE BIDAN (Département de l'Isère)
- Anne LESCURIER (Département de la Savoie)
- Julien LORENTZ (Géolithe)
- Carine PEISSER (PARN)

Contributeurs :

- Simon CARLADOUS (ONF)
- Patrick DIVOUX (EDF)
- Nicolas ECKERT (INRAE)
- Manon FARVACQUE (INRAE)
- Tahar KHELIL(EDF)
- Rémi LOUBET (Département de l'Isère)

Groupe de relecture :

- Cédric LAMBERT (GINGER CEBTP)
- Stéphane LAMBERT (INRAE)
- Roland MISTRAL (Département de la Savoie)
- Anne CHANAL (Cerema)

Crédits photos : CD 73

Cette note méthodologique a été réalisée dans le cadre des travaux du projet national C2ROP.

Elle est composée de la présente note, d'un outil informatique de formalisation des retours d'expérience décliné en deux versions, pour le réseau routier et pour le réseau ferroviaire, et de son manuel utilisateur.

Comment citer cet ouvrage :

Projet National C2ROP. *Formalisation d'un retour d'expérience à la suite d'un événement de chutes de blocs sur infrastructures de transport*

Bron : Cerema, 2020. Collection : Références. ISBN : 978-2-37180-490-6

Sommaire

Avant-propos	5
Chapitre 1 - Principes et objectifs généraux des retours d'expérience	7
1.1. Typologie des retours d'expérience	7
1.2. Méthodologie des retours d'expérience	8
1.3. Gestionnaire et retour d'expérience : quels devoirs et pouvoirs ?	8
Chapitre 2 - Les REX d'événements sur infrastructures de transports	19
Chapitre 3 - Méthodologie de définition des niveaux de REX	11
3.1. Phase 1 - Définition de familles de critères de gravité d'un événement	11
3.2. Phase 2 - Définition de critères descriptifs au sein de chaque famille de critères	12
3.3. Phase 3 - Définition d'indicateurs chiffrés pour chaque niveau de REX	12
3.4. Phase 4 - Pondération des familles et des critères	12
3.5. Phase 5 - Combinaison des pondérations familles et critères	14
3.6. Phase 6 - Consolidation des notations	14
Chapitre 4 - Contenu des REX	15
4.1. REX de niveau 1	15
4.2. REX de niveau 2	15
4.3. REX de niveau 3	16
Chapitre 5 - Outil pour la définition des niveaux de REX et leur formalisation	17
5.1. Onglet « Notice »	17
5.2. Onglet « LEXIQUES »	20
5.3. Onglet « EVENEMENT »	20
5.4. Onglet « SYNTHESE FICHES REX N1 ET N2 »	20
5.5. Onglet « SYNTHESE ACTIONS REX N1 ET N2 »	20
Bibliographie	21
Annexes	22
Annexe 1 - Apport méthodologique ONF	22
Annexe 2 - Tableau des familles, critères et indicateurs	29
Annexe 3 - Apport méthodologique BRGM	30
Annexe 4 - Exemple de fiche d'événement	35
Annexe 5 - Exemple de fiche de REX de niveau 1	37

Avant-propos

Le projet national C2ROP Chutes de blocs, *Risques Rocheux et Ouvrages de Protection* (2015-2019) s'est proposé d'aborder de manière globale et concertée la problématique du risque rocheux depuis les processus de genèse (aléas), jusqu'aux stratégies de protection (parades, gestion du risque). A ce titre, ce projet a su rassembler la plupart des éléments de connaissance à ce jour disponibles dans le domaine du risque rocheux, puis développer et transférer vers le monde opérationnel des outils, méthodes et concepts nouveaux en s'appuyant sur l'ensemble des plateformes expérimentales, afin d'améliorer tant les produits que les bonnes pratiques à mettre en œuvre.

Ces dernières années, des avancées considérables ont été obtenues dans le domaine académique : mécanique appliquée aux géomatériaux et aux structures, modélisation numérique, investigation expérimentale en laboratoire ou *in-situ*, analyse de l'aléa et du risque. Elles ont trouvé au travers de ce projet un formidable champ d'application et une source d'inspiration et d'innovation. Les méthodes numériques modernes permettent désormais de modéliser de manière pertinente le comportement de structures complexes sous chargement dynamique. Les puissances de calcul auxquelles on peut accéder aujourd'hui rendent possible des simulations remarquablement fines, prenant en compte les mécanismes élémentaires fondamentaux, mais ouvrant sur des résultats pertinents pour l'ingénieur. Des installations sur site permettent d'explorer le comportement des ouvrages en vraie grandeur ; le site expérimental de Montagnole en Savoie pour les structures de protection en est une illustration parfaite. Cette connaissance et ces outils rassemblés par C2ROP sont le socle fondamental du processus de gestion du risque associé.

L'ancrage très fort du projet national auprès de l'ensemble de la communauté académique (universités, organismes publics de recherche) et opérationnelle (gestionnaires, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'ingénierie, entreprises) a garanti son exigence et sa crédibilité. Sa capacité à supporter des actions de recherche a permis de lever les principaux verrous et de donner accès à des outils, méthodes, guides et référentiels techniques, attendus par toute la profession. Le présent document est l'un des 10 guides et recommandations produits par C2ROP autour des trois axes du projet :

Axe Aléas

- Glossaire du risque rocheux
- Caractérisation de l'aléa éboulement rocheux : Etat de l'art

Axe Parades

- Merlons pare-blocs : Recommandations pour la conception, le suivi de réalisation et la maintenance
- Les Ouvrages Déflecteurs : Guide technique
- Surveillance instrumentale pour la gestion du risque rocheux : Recommandations

Axe Risque

- Prise en compte des risques rocheux par les Maîtres d'Ouvrage gestionnaires d'infrastructures : Recommandations
- Cahier des charges type pour l'étude de l'aléa éboulement rocheux et la définition des travaux
- Cahier des charges type pour les travaux de protection contre les éboulements rocheux
- Mémento des ouvrages de protection contre les éboulements rocheux : Maintenance et Coûts
- Aide à la formalisation de retours d'expérience à la suite d'un événement rocheux sur infrastructures de transport : Note méthodologique

Cette production technique conséquente et aboutie est le reflet de près de 5 années de travail collaboratif des 45 partenaires du projet. Qu'ils soient ici tous chaleureusement remerciés pour leurs multiples efforts engagés et leur dynamisme. Il ne fait aucun doute que la communauté du risque rocheux saura exploiter avec intérêt cette production technique.

Le Comité de Pilotage du Projet National C2ROP

La décision d'élaborer un outil de formalisation des retours d'expérience (REX) à la suite d'un événement de type chutes de blocs sur les infrastructures de transport a été prise à l'issue de la tranche 1 du projet national C2ROP¹, fin 2016. En effet, les réflexions menées par le groupe de travail Maîtres d'Ouvrages (MOA) de l'axe Risque de ce projet national, durant 7 séances de travail, ont permis de définir un certain nombre d'outils pratiques à élaborer, dont fait partie l'outil de formalisation des REX.

Ainsi, de 2017 à fin 2019, un groupe de travail comportant des représentants de gestionnaires d'infrastructures linéaires confrontés au risque rocheux, d'organismes scientifiques et de bureaux d'études, s'est attaché à réfléchir sur le sujet des REX et à développer un outil pratique permettant de produire des REX plus ou moins détaillés en fonction de la gravité, en termes de conséquences, d'un événement.

Les objectifs de cet outil sont de :

- produire des fiches de REX « standardisées » suite à événements ;
- produire un catalogue de REX ;
- capitaliser les REX, en mettant à profit les enseignements tirés de chacun d'eux.

Cet outil innovant est destiné aux gestionnaires d'infrastructures linéaires de transport, routières et ferroviaires.

¹ C2ROP = Chutes de blocs, Risque Rocheux et Ouvrages de Protection.

Participants au projet C2ROP



Chapitre 1 - Principes et objectifs généraux des retours d'expérience

1.1. Typologie des retours d'expérience

Les retours d'expérience après événements en lien avec les risques naturels peuvent être de deux types :

- **REX gestion de crise** : pilotés par les services de sécurité civile du ministère de l'Intérieur, ils ont principalement vocation à améliorer les actions menées pendant la gestion de crise ; toutes les composantes ayant concouru à l'évolution de l'événement (technique, humaine, organisationnelle) ainsi que le comportement de l'ensemble des acteurs ayant participé à la gestion de l'événement sont analysés ; cette analyse conduit à bâtir des scénarios d'amélioration de la gestion de la crise et de la gouvernance mise en place ; trois niveaux de REX sont définis, en fonction de la **gravité** (dépendante de l'étendue des dommages provoqués par l'événement) et de la **nouveauté** (dépendante de la fréquence de l'événement) ;
- **REX prévention** : pilotés par les services de l'Etat concernés par l'événement ou les gestionnaires d'infrastructure par délégation ou de leur propre chef, ils ont principalement vocation à améliorer la prévention du risque (préparation à la crise, gestion post-crise, surveillance de l'aléa, mesures de diminution de la vulnérabilité, etc.) ; les actions menées par l'ensemble des acteurs pendant l'événement sont analysées et cette analyse conduit à proposer des mesures d'amélioration de la prévention du risque ; les événements importants, ayant engendré des conséquences graves sur les enjeux, font principalement l'objet de ces REX, mais des événements de moindre conséquence sont également concernés.

Quel que soit le type de REX, l'aléa (ou les aléas) à l'origine de l'événement est systématiquement étudié sous toutes ses formes : intensité de l'aléa, causes de son déclenchement, qualification et quantification des impacts et conséquences, existence d'un aléa résiduel... Les impacts et les conséquences de l'événement sont également décrits et caractérisés pour tout niveau de REX mis en œuvre.

D'un point de vue législatif, les REX gestion de crise s'inscrivent dans un cadre réglementaire (loi n° 2004-811 de modernisation de la sécurité civile du 13 août 2004 et décret n° 2005-1157 du 13 septembre 2005 relatif au plan ORSEC²), qui oblige notamment le ministère de l'Intérieur à synthétiser et diffuser au niveau national les retours d'expérience réalisés sous l'autorité du représentant de l'État après tout recours au dispositif ORSEC. De ce fait, ce ministère a développé une démarche³ concertée de REX qui fait que tout événement, quelle que soit son importance, bénéficie d'un retour d'expérience plus ou moins élaboré en fonction de sa gravité.

En revanche, les REX à visée de prévention n'ont pas de cadre réglementaire, même si, à l'échelle des départements, la loi permet aux préfets de définir, en concertation avec les collectivités locales, les actions à conduire en matière de retours d'expérience (Code de l'environnement, art. L565-2).

Il est également possible de distinguer les REX en fonction de leur portée :

- **nationale** : pour les événements importants aux conséquences catastrophiques (nombreuses victimes, montant de dégâts et de réparation élevés, etc.), ces REX peuvent aboutir à des évolutions législatives et réglementaires ;
- **locale** : pour tout type d'événement, y compris minime, ces REX peuvent aboutir à des modifications dans l'organisation de la gestion de crise, avant, pendant et après celle-ci mais aussi à des actions de réduction de vulnérabilité et des travaux *in situ*.

Enfin, la temporalité est aussi un critère de classement des REX :

- **REX post-événements**, en général réalisés sous quelques mois à un an après la crise, destinés à élaborer des plans d'actions correctives ;
- **REX après reconstruction ou REX à long terme**, souvent réalisés après plusieurs années, qui permettent de juger de l'efficacité des actions mises en œuvre.

² ORSEC = Organisation de la Réponse de Sécurité Civile.

³ Cette démarche est présentée dans le guide méthodologique « La conduite du retour d'expérience, éléments techniques et opérationnels, juillet 2006 » édité par le Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire.

En synthèse, les REX, par le biais de l'analyse des faits et des actions menées, visent à proposer des actions permettant :

- de diminuer l'impact d'un événement sur les enjeux pendant et après la crise ;
- d'améliorer la gouvernance et donc l'organisation des acteurs avant, pendant et après la crise ;
- d'améliorer la culture du risque et la sensibilisation des acteurs aux bonnes pratiques.

Enfin, les REX, en tant que documents publics, participent à la mémoire du risque et peuvent en outre être utilisés en cas de procédure judiciaire.

1.2. Méthodologie des retours d'expérience

Classiquement, un REX utilise les données collectées par les moyens suivants :

- réunions et entretiens avec l'ensemble des acteurs impliqués dans la gestion de l'événement : administration, élus, gestionnaires de réseau, représentants de la société civile, etc.
- revue des médias : articles de presse, reportages radios, télévisuels, etc.
- visites de terrain ;
- expertises spécifiques : diagnostics d'ouvrages, avis sur les causes, détermination des aléas résiduels, détermination des dégâts, etc.

Ces moyens permettent de :

- collecter les données nécessaires à l'analyse d'une part de l'événement survenu et d'autre part, de ses causes et conséquences ;
- connaître les montants financiers associés aux dégâts et réparations.

L'analyse de la méthode de REX décrite dans le guide de la Direction de la Protection Civile et de la Gestion des Crises (DGSCGC) a permis de dégager les points suivants :

- les REX peuvent être de trois niveaux, suivant la gravité et la nouveauté de l'événement ; plus le niveau est important, plus il est intéressant d'analyser l'événement en profondeur :
 - **niveau 1** : pour un événement géré au niveau local, en interne par le service responsable (le gestionnaire de l'infrastructure) : pas de victimes, pas d'interactions avec l'extérieur,
 - **niveau 2** : pour un événement dont la gestion a nécessité des interactions avec l'extérieur (information des services de sécurité civile par exemple), mais dont la gestion reste assurée par le service responsable, avec application de procédures internes et une médiatisation restant locale,
 - **niveau 3** : pour un événement dont la gestion a nécessité des interactions avec l'extérieur (intervention des services de sécurité civile) et sur lequel les procédures internes ne peuvent être appliquées : victimes décédées, médiatisation nationale, etc.
- pour évaluer le niveau de retour d'expérience nécessaire, il faut estimer la gravité et la nouveauté de l'événement, qui dépendent de nombreux critères qu'il convient de définir puis de hiérarchiser pour évaluer le niveau de REX.

Ces principes ont été retenus avec des adaptations pour formaliser un retour d'expérience à la suite d'un événement de chutes de blocs sur infrastructures de transport. De la même manière, les contenus des REX sont adaptés de ce guide national DGSCGC.

1.3. Gestionnaire et retour d'expérience : quels devoirs et pouvoirs ?

Un gestionnaire d'infrastructure de transport peut être amené à **devoir participer à un REX** gestion de crise ou prévention, lorsque celui-ci est organisé par les instances décisionnelles (ministères, préfet) et que son réseau a été impacté, directement ou indirectement (par exemple, infrastructure non touchée mais réseau utilisé partiellement pour permettre l'accès à un territoire rendu enclavé par l'événement).

Le gestionnaire **peut également réaliser son propre REX** lorsque celui-ci n'est pas mis en œuvre par les pouvoirs publics, notamment pour les petits événements. Dans ce cas, le gestionnaire, idéalement :

- a tout intérêt à coordonner son action de REX avec celles éventuellement portées par les autres donneurs d'ordre (communes, établissements publics de coopération intercommunale, etc.) afin d'une part de ne pas collecter plusieurs fois la même donnée et d'autre part, dans un souci de mutualisation des moyens (humains, techniques, financiers, etc.) ;
- doit veiller à impliquer tous les acteurs concernés par la gestion de l'événement (mairies, services de secours, techniciens, usagers, etc.) ;

- doit anticiper l'organisation du REX, en y mettant les moyens adaptés et dédiés (humains, techniques et financiers) et en testant cette organisation ;
- doit mettre en œuvre le REX dans un délai rapproché après l'événement, ce qui implique de commencer à collecter les données pendant la phase de gestion de crise, les entretiens se faisant plutôt en post-crise.

Qu'il participe à un REX porté par les pouvoirs publics ou qu'il le pilote, il est fortement conseillé au gestionnaire d'organiser et formaliser la collecte des données sur les causes de l'événement (l'aléa à l'origine de celui-ci) dans un souci d'amélioration continue de la connaissance du risque.

Dans le cas particulier des infrastructures ferroviaires, le processus de retour d'expérience fait partie des obligations du gestionnaire d'infrastructures comme partie intégrante du système de gestion de la sécurité qu'il doit mettre en place pour obtenir et conserver son agrément de sécurité, délivré par l'*Etablissement Public de Sécurité Ferroviaire = autorité nationale de sécurité française* (« Arrêté du 19 mars 2012 fixant les objectifs, les méthodes, les indicateurs de sécurité et la réglementation technique de sécurité et d'interopérabilité applicables sur le réseau ferré national Titre IV article 30 » et « Directive 2016-798 du 26 mai 2016 relative à la sécurité ferroviaire » qui a remplacé la directive 2004-49 et dont le décret d'application nationale est le n° 2019-525 du 27 mai 2019). Cette obligation concerne tous types de risques et peut donc s'appliquer aux risques naturels.

Chapitre 2 - Les REX d'événements sur infrastructures de transports

Les réflexions menées par le groupe de travail à partir de la bibliographie existante sur le sujet et l'expression des contraintes (d'exploitation, de gouvernance, d'organisation, etc.) des gestionnaires participants ont abouti à des choix quant à la méthode de définition des niveaux de REX, au type de REX à mener par les gestionnaires d'infrastructures linéaires ainsi qu'aux objectifs visés.

Ainsi, le groupe de travail a pris les décisions suivantes :

- le niveau de REX ne sera pas défini en croisant les critères de gravité et de nouveauté d'un événement, mais en hiérarchisant entre eux uniquement des critères de gravité et en considérant la nouveauté comme un critère de gravité ;
- l'outil élaboré ne portera que sur des **REX post-événements** : il était prévu initialement que le groupe travaille également sur le sujet des REX de chantiers de pose d'ouvrages de protection contre les chutes de blocs ; ces REX, non orientés sécurité civile et prévention du risque, visent plutôt à la maîtrise des coûts de chantier et nécessitent une réflexion spécifique, qui pourrait se faire dans un second temps, en adaptant les résultats acquis pour la formalisation des REX événements ;
- l'outil doit permettre à un service de capitaliser les événements et d'améliorer les pratiques en interne, **sans moyens humains et matériels supplémentaires** à ceux présents pour la gestion de crise et l'exploitation quotidienne du réseau : la collecte des données sur le terrain doit donc être intégrée dans le quotidien des services d'exploitation, sans entraîner une surcharge de travail pour les équipes ; ainsi, l'outil doit pouvoir utiliser les données obligatoirement collectées par les services d'exploitation lors d'un événement (localisation, dégâts, volumes éboulés, etc.) ;
- l'outil permettra de réaliser des **REX de niveaux 1 et 2** : le niveau 3 nécessite en effet un travail conséquent pour l'analyse de l'événement et est porté par une instance décisionnelle supérieure (ministère de l'Intérieur en cas de plan ORSEC, ministère de tutelle, BEA-TT⁴) ; dans un souci de ne pas surcharger le travail des équipes, la fiche de REX élaborée pour un événement de niveau 3 sera la même que celle réalisée pour un niveau 2 ; le gestionnaire, appelé à participer à un REX de niveau 3, pourra ainsi fournir au pilote du REX la fiche de REX niveau 2 ;
- l'outil doit **éviter la saisie répétée des informations** ; il doit donc être conçu de telle sorte qu'il soit possible d'en sortir une fiche de capitalisation de l'information sur l'événement et une fiche de REX sur cet événement, sans double saisie.

⁴ BEA-TT = Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre.

Chapitre 3 - Méthodologie de définition des niveaux de REX

Afin de déterminer un niveau de REX pour un événement donné, celui-ci doit être qualifié et hiérarchisé en termes de gravité. Cette gravité, qui traduit globalement l'impact d'un événement sur une infrastructure linéaire de transport peut s'évaluer à travers divers critères : nombre de victimes, dégâts à l'infrastructure, coupure de desserte, etc.

Le groupe de travail a ainsi défini les critères de gravité suivants :

- dommages humains ;
- dommages matériels (infrastructure, y compris dépendances et ouvrages de protection si existants) ;
- dommages sur les matériels roulants ;
- impacts sur le fonctionnement des territoires (qui traduisent la vulnérabilité socio-économique des territoires) ;
- impacts sur le fonctionnement du réseau (qui traduisent la vulnérabilité fonctionnelle du réseau) ;
- gestion de l'événement ;
- médiatisation ;
- délai de retour à un fonctionnement normal ou dégradé ;
- nouveauté de l'événement ;
- spatialisation de l'événement ;
- intensité de l'événement ;
- risque résiduel.

Certains critères sont plus impactants que d'autres pour cette qualification : ainsi, un événement causant des dégâts humains l'emporte en gravité sur un événement ne causant que des dommages matériels. Si certains critères semblent faciles à comparer l'un à l'autre, il est beaucoup plus difficile de hiérarchiser l'ensemble des critères, en raison de leur nombre. Il est à noter que la double qualification « gravité / nouveauté de l'événement » préconisée en matière de REX à vocation sécurité civile n'est pas menée spécifiquement dans l'approche de REX à vocation de prévention. Le critère de « nouveauté de l'événement » est considéré comme un critère de gravité dont le poids relatif est à définir selon les cas.

Une méthode permettant une analyse multicritère a donc été élaborée, en se basant sur un apport méthodologique de l'ONF (annexe 1). Cette méthode comporte 6 phases, décrites dans les paragraphes suivants.

Nota : Les intitulés des critères présentés dans l'annexe 1 sont parfois différents de ceux détaillés ci-dessus. En effet, l'annexe 1 présente la méthodologie telle qu'elle a été proposée au groupe de travail au début de ses réflexions, alors que les noms des familles et critères n'étaient pas stabilisés.

3.1. Phase 1 - Définition de familles de critères de gravité d'un événement

En premier lieu, les critères de gravité ont été regroupés dans des familles, dans l'objectif de hiérarchiser entre eux les critères au sein de chaque famille. Ces familles ont été également hiérarchisées entre elles.

Les familles définies sont les suivantes :

- dommages directs ;
- dommages indirects ;
- gestion de l'événement / crise ;
- nature de l'événement.

Le regroupement des critères par famille est présenté dans le tableau 1 suivant⁵ :

Famille	Critères
Dommages directs	<ul style="list-style-type: none">• dommages humains• dommages matériels• dommages sur matériels roulants
Dommages indirects	<ul style="list-style-type: none">• impacts sur le fonctionnement des territoires• impacts sur le fonctionnement du réseau
Gestion de l'événement / crise	<ul style="list-style-type: none">• gestion de l'événement• médiatisation• délai de retour à un fonctionnement (normal ou dégradé)
Nature de l'événement	<ul style="list-style-type: none">• nouveauté• spatialisation• intensité• aléa résiduel

Tableau 1 : Liste des critères de gravité regroupés par familles

3.2. Phase 2 - Définition de critères descriptifs au sein de chaque famille de critères

Des indicateurs ont été définis pour chacun des critères. Par exemple, pour les dommages humains, les indicateurs retenus sont :

- nombre de victimes décédées (décès immédiats et consécutifs, jusqu'à 30 jours après l'événement) ;
- nombre de victimes blessées gravement ;
- nombre de victimes blessées légèrement.

3.3. Phase 3 - Définition d'indicateurs chiffrés pour chaque niveau de REX

Chacun des critères descriptifs a été doté d'indicateurs chiffrés pour chaque niveau de REX.

Par exemple, pour les dommages humains, un événement de niveau 1 (petit événement) correspond à un événement où il n'y a aucune victime décédée, aucune victime blessée gravement et jusqu'à un maximum de 5 victimes blessées légèrement.

L'annexe 2 présente l'ensemble des critères et indicateurs définis par niveaux de REX.

3.4. Phase 4 - Pondération des familles et des critères

Cette phase, ainsi que les suivantes, a bénéficié de l'apport méthodologique du BRGM (voir annexe 3). Elle a également fait l'objet de discussions au sein du groupe afin de définir les pondérations.

Le principe est d'exploiter la méthode dite AHP (Analyse Hiérarchique des Procédés). Cette approche consiste à comparer les critères descriptifs deux à deux en affectant des pondérations qui s'appuient sur une échelle reliant formulations qualitatives et quantitatives, tel qu'expliqué dans le tableau 2 suivant.

⁵ Les définitions complètes de chacune des familles et des critères sont données dans le manuel utilisateur qui accompagne l'outil d'élaboration des REX.

Degrés d'importance	Définitions	Explications
1	Importance égale des deux éléments	Deux éléments contribuent autant à la propriété
3	Un élément est un peu plus important que l'autre	L'expérience et l'appréciation personnelles favorisent légèrement un élément par rapport à un autre
5	Un élément est plus important que l'autre	L'expérience et l'appréciation personnelles favorisent fortement un élément par rapport à un autre
7	Un élément est beaucoup plus important que l'autre	Un élément est fortement favorisé et sa dominance est attestée dans la pratique
9	Un élément est absolument plus important que l'autre	Les preuves, favorisant un élément par rapport à un autre, sont aussi convaincantes que possible

Tableau 2 : Définition des pondérations entre critères

Suivant cette méthode, en adaptant les degrés d'importance, chaque famille a été comparée par rapport aux trois autres et une pondération lui a été appliquée, faisant ressortir l'importance relative de chacune. Les degrés d'importance sont établis de façon pseudo quantitative en considérant que tel critère est x fois plus important qu'un autre dans la prise de décision (cf. annexe 3). Cette pondération a conduit au classement suivant présenté dans le tableau 3.

Famille	Poids
Dommages directs	0,38
Dommages indirects	0,25
Gestion de l'événement / crise	0,25
Nature de l'événement	0,12

Tableau 3 : Pondération appliquée pour chaque famille de critères

Au sein de chaque famille, les critères ont fait l'objet du même traitement.

Par exemple, le tableau 4 présente, pour la famille « Dommages directs », les poids relatifs de chacun des critères.

Critères	Poids
Dommages humains	0,87
Dommages matériels sur infrastructure	0,09
Dommages aux matériels roulants	0,04

Tableau 4 : Poids relatifs des critères de la famille « Dommages directs »

3.5. Phase 5 - Combinaison des pondérations familles et critères

Cette phase a permis de calculer pour chaque critère sa pondération finale. Par exemple, la pondération finale associée au critère dommages humains est le produit de sa propre pondération au sein de sa famille (0,87) par celle associée à la famille « dommages directs » (0,38), soit une pondération finale de 0,33.

3.6. Phase 6 - Consolidation des notations

Afin de s'affranchir de biais relatifs à l'importance des notations initiales critère par critère (classement des indicateurs descriptifs dans un niveau de REX allant de 1 à 3), des tests de notation ont été menés sur des cas fournis par les différents MOA : il a été recherché de combien les pondérations variaient pour trois types de notation : 1-2-3 / 1-5-10 / 1-10-100.

Il en résulte (après tests sur quelques événements apportés par les gestionnaires participants au groupe de travail) que la notation 1-2-3 est pertinente en termes de distribution finale et a de ce fait été retenue.

Les notes finales ont été normalisées afin de pouvoir comparer plus facilement l'effet des trois types de notations sur la distribution obtenue.

Après avoir testé la méthode sur une trentaine de cas et comparé la note obtenue et le niveau de rex pressenti par les MOA (voir annexe 3), la correspondance entre niveau de REX et note normalisée est la suivante :

- REX de niveau 1 = note normalisée $< 0,2$;
- REX de niveau 2 = note normalisée $\geq 0,2$ et $< 0,5$;
- REX de niveau 3 = note normalisée $\geq 0,5$.

Chapitre 4 - Contenu des REX

4.1. REX de niveau 1

Ce niveau de REX correspond à un événement considéré comme courant pour le gestionnaire d'infrastructure. La capitalisation de ce type d'événement est intéressante pour le gestionnaire pour connaître l'état des lieux de son patrimoine, en suivre l'évolution dans le temps et détecter les signaux précurseurs éventuels d'événements plus importants.

Les supports de formalisation d'un REX de niveau 1 ont été conçus en tenant compte des prérequis suivants :

- la capitalisation se fait au moyen d'une fiche générique simple, renvoyant sur une fiche d'intervention pour les compléments ;
- cette fiche doit comporter à minima les éléments suivants décrivant l'événement et permettant d'évaluer le niveau de REX nécessaire :
 - renseignements administratifs (service concerné par le REX, auteur du REX),
 - signalement de l'événement (source, interne à l'organisme ou externe, à l'origine du signalement, date du signalement et de l'événement),
 - infrastructure concernée (identification, PR ou PK, commune, importance du réseau, etc.),
 - caractérisation physique de l'événement (description, volumes mis en jeu, historique d'événements, fonctionnement des ouvrages de protection, etc.),
 - dommages et impacts liés à l'événement (humains, matériels et fonctionnels),
 - gestion de l'événement, avec description des moyens mis en œuvre (techniques, humains, organisationnels, financiers),
 - problématiques soulevées par la gestion de l'événement,
 - actions positives ayant pu concourir à la bonne gestion de l'événement,
 - plan d'actions défini à partir des problématiques soulevées et des bonnes pratiques identifiées ;
- les informations saisies pour la fiche doivent permettre d'archiver l'événement dans une base de données et/ou un SIG ;
- la forme de cette fiche doit permettre la réalisation de bilans.

Nota : Ce type de REX est pratiqué couramment voire systématiquement par les MOA ayant participé au groupe de travail. Il permet essentiellement d'obtenir des fiches et tableaux d'événements qui servent ensuite aux MOA à gérer leurs politiques d'investissement.

4.2. REX de niveau 2

Ce niveau de REX correspond à un événement dont la gestion a nécessité des interactions avec l'extérieur (information des services de sécurité civile par exemple) mais est restée assurée par le gestionnaire, avec application de procédures internes et une médiatisation restant locale.

Les enseignements de ce type d'événement nécessitent par le gestionnaire d'infrastructure une analyse plus poussée de l'événement et de sa prise en charge, afin d'en extraire des informations sur la vulnérabilité et la résilience de l'organisation prévue par le gestionnaire.

Ces retours d'expérience de niveau 2 amènent une réflexion des acteurs sur la gestion - avant, pendant et après - de l'événement. Ils participent à l'amélioration de l'analyse des risques et peuvent évaluer quelque chose qui n'est pas encore mis en place. En cela, ils agissent directement sur l'anticipation de la gestion d'un événement.

Les supports de formalisation d'un REX de niveau 2 contiennent les éléments détaillés ci-après.

Capitalisation de l'événement sur la base de la fiche générique du REX de niveau 1

Elle comporte en plus des éléments d'analyse permettant de mieux comprendre l'événement en recherchant ses causes profondes directes et indirectes pour ensuite en tirer profit. Il faut pour cela analyser les différentes dimensions de l'événement :

- aspects techniques (description, caractérisation de l'aléa, conformité de l'aléa au type de phénomène redouté, fonctionnement des ouvrages de protection réel/prévu, etc.) ;
- aspects organisationnels (questionnement sur les règles et procédures existantes, répartition des tâches prévues/réelles, gestion de crise, anticipation, dysfonctionnements observés et causes, etc.) ;
- contraintes spécifiques à la gestion de l'événement, en rapport avec la complexité de l'événement, les contraintes liées à son environnement (contraintes externes telles que les conditions météorologiques, sociologiques, industrielles, médiatiques, la temporalité par rapport à d'autres événements, le comportement de tiers, etc.) ;
- aspects des ressources humaines rapportées à la gestion de l'événement (caractéristiques des postes, des tâches impliquées prévues/réelles, caractéristiques professionnelles, comportement humain [implication, stress, soutien hiérarchique, etc.], problèmes de compréhension des consignes et procédures, etc.).

Intégration des acteurs concernés au processus de retour d'expérience

Cette intégration doit permettre de rechercher collectivement les solutions d'amélioration et de proposer des actions utiles. Dans l'esprit, la démarche suivante peut être utilisée pour décrire les actions à mettre en place selon la gestion de l'événement.

1) Si bonne gestion d'un événement prévu et anticipé :

- capitalisation de l'événement :
 - archivage fiche,
 - report cartographique.

2) Si bonne gestion d'un événement non prévu ni anticipé :

- capitalisation de l'événement (cf. point 1) ;
- élaboration (ou révision) de procédures d'intervention intégrant les actions qui ont bien fonctionné.

3) Si pas bonne gestion (événement anticipé ou non) :

- capitalisation de l'événement (cf. point 1) ;
- actions d'amélioration proposées, détaillées dans un tableau.

4.3. REX de niveau 3

Comme indiqué précédemment, le REX de niveau 3, qui concerne un événement aux conséquences « catastrophiques » et dont la gestion est passée en dehors du périmètre de responsabilité du seul gestionnaire d'infrastructure, nécessite un travail conséquent pour l'analyse de l'événement, y compris auprès d'acteurs extérieurs en dehors du cercle de responsabilité ou d'influence du MOA. Il est de ce fait généralement porté par une instance décisionnelle supérieure.

La valorisation des rapports de gestion d'événement s'appuie sur la description et l'analyse des événements (comprendre), ainsi que les enseignements qui en sont tirés (apprendre). Par rapport aux retours d'expérience de niveaux 1 et 2, le premier objectif de la valorisation du niveau 3 est de faire évoluer les procédures et les formations des acteurs à la lumière des événements et des difficultés rencontrées lors de leur gestion opérationnelle. Elle permet de faciliter l'appropriation des spécificités de l'événement étudié et en particulier de sa complexité en intégrant les réflexions de l'ensemble des acteurs impliqués. Elle doit contribuer à faire apparaître des alternatives possibles dans les décisions et les actions.

Dans un souci de ne pas surcharger le travail des MOA, la fiche de REX élaborée pour un événement de niveau 3 sera la même que celle réalisée pour un niveau 2 ; le gestionnaire, appelé à participer à un REX de niveau 3, pourra ainsi fournir au pilote du REX la fiche de REX niveau 2.

Chapitre 5 - Outil pour la définition des niveaux de REX et leur formalisation

Il s'agit d'un tableur informatique (développé sous suite Office) dans lequel ont été intégrées les formules permettant de calculer automatiquement les pondérations en fonction des données rentrées. Cet outil permet donc un calcul automatique du niveau de REX attaché à l'événement. Dans le cas où le résultat de ce calcul automatique ne correspondrait pas au ressenti du gestionnaire, il est possible de ne pas le prendre en compte et de saisir le niveau de REX ressenti.

Cet outil permet d'atteindre les objectifs fixés par le groupe de travail :

- produire une fiche descriptive de l'événement ;
- définir un niveau de REX pour tout événement de chute de blocs impactant le réseau ;
- produire une fiche de REX correspondant au niveau défini (1 pour événement de niveau 1, 2 pour événement de niveau 2 ou 3) ;
- produire des bilans sur les événements (tableaux de synthèse reprenant les informations principales, les plans d'action décidés).

Il a fait l'objet de tests auprès de plusieurs gestionnaires membres ou non du groupe de travail afin de valider son contenu.

Il permet d'éditer des fiches d'événement (voir exemple en annexe 4) ainsi que des fiches de REX (voir exemple/modèle pour un REX de niveau 1 en annexe 5).

Cet outil présente cinq onglets :

- 1) « Notice »
- 2) « LEXIQUES »
- 3) « EVENEMENT »
- 4) « SYNTHESE FICHES REX N1 ET N2 »
- 5) « SYNTHESE ACTIONS REX N1 ET N2 »

Nota : Les gestionnaires routiers et ferroviaires n'ayant pas en commun l'ensemble des critères de gravité (même si un certain nombre sont identiques), deux outils ont été élaborés, l'un avec un lexique routier, l'autre avec un lexique ferroviaire.

5.1. Onglet « Notice »

Cet onglet présente (illustrations 1 et 2) :

- la finalité de l'outil : réaliser des REX dans le but d'améliorer les pratiques en gestion de crise et de garantir la traçabilité des actions ;
- les familles de critères ainsi que le détail des critères retenus pour chaque famille ;
- un mode d'emploi succinct de l'outil ;
- la mise en relation de l'outil avec chaque niveau de REX.

Cet **outil excel évalue le niveau de retour d'expérience à engager suite à un événement de type éboulement** rocheux affectant le réseau ferroviaire. Ce retour d'expérience est gradué suivant 3 niveaux (1, 2 et 3) avec une complexité et une richesse d'information croissante entre le niveau 1 et le niveau 2 (le niveau 3 comprend les mêmes informations que le niveau 2).

L'objectif principal du REX est :

- (i) d'évaluer l'efficacité de la gestion de l'événement ou de la crise par le gestionnaire ;
- (ii) d'évaluer les pistes d'améliorations éventuelles dans la gestion du risque ;
- (iii) de garantir la traçabilité des actions.

Le niveau de REX à engager est déterminé sur la base des réflexions d'un groupe de travail associant MOA, BE et organismes publics. Il intègre 4 familles de critères :

Dommages directs

- g11 Dommages humains
- g12 Dommages matériels sur l'infrastructure et/ou ouvrages de protection associés
- g13 Dommages sur les matériels roulants

Dommages indirects

- g21 Impacts sur le fonctionnement des territoires
- g22 Impacts sur le fonctionnement du réseau (accessibilité)

Gestion de l'événement / crise

- g31 Gestion de l'événement / de la crise
- g32 Médiatisation
- g33 Délai de retour à un fonctionnement normal ou dégradé

Nature de l'événement

- g41 Nouveauté de l'évènement
- g42 Spatialisation de l'évènement (multi-occurrence de phénomènes)
- g43 Intensité de l'évènement
- g44 Aléa résiduel

Les pondérations des différents critères sont issues de l'onglet LEXIQUES. Dans cet onglet figurent également la liste des communes que veut afficher le gestionnaire.

Pour **calculer un niveau de REX**, il convient de saisir les données relatives à l'événement dans l'onglet **EVENEMENT** (le nom donné à l'onglet définit la référence de l'événement à traiter, cette référence est ensuite utilisée dans la feuille de calcul). Pour **créer un autre événement** justifiant d'un REX, il faut **DUPLIQUER l'onglet EVENEMENT**.

Pratiquement, les cellules "**colorées**" en **bleu (listes déroulantes)** ou **en vert (saisie libre)** sont à renseigner pour CHAQUE EVENEMENT dont on veut évaluer le niveau de REX. En fonction des saisies, une suggestion de niveau de REX est formulée automatiquement. Les cellules sur **fond jaune** sont à **SAISIR OBLIGATOIREMENT** pour le calcul automatique du niveau de REX.

Des tests de l'outil ont été menés au sein du GT par les CD38 et CD73 (et par SNCF RESEAU sur la base de critères légèrement différents), puis par les CD83, CD25 et CD26.

*Illustration 1 : Capture d'écran de l'onglet « Notice » de l'outil pour les gestionnaires ferroviaires :
finalité de l'outil, critères, mode d'emploi succinct*

La feuille de calcul **EVENEMENT** donne automatiquement une suggestion de niveau de REX attendu pour l'événement décrit en fonction des critères de gravité définis par le GT et propose une fiche de REX (de niveau 1 ou 2 selon le cas).

Le niveau de REX associe des actions spécifiques qui sont formalisées dans les formulaires. **Seuls les niveaux 1 et 2 font l'objet d'outils semi-automatiques**. Des **synthèses automatiques** faisant référence aux REX des différents événements saisis sont proposées.

FICHES REX

Retour d'expérience de niveau 1

Les fiches d'événement contiendront les informations de base sur l'événement. Leur utilisation est principalement statistique et peut faire l'objet d'une prise en compte par le gestionnaire en raison de leur récurrence. Elles permettent d'étudier la fréquence, la répartition géographique et temporelle des différents types d'événements.

La présente feuille de calcul permet de formaliser un REX de niveau 1.

La **fiche événement + REX N1** est reportée sur la feuille **EVENEMENT**, cellules référencées (B7:O99). Si besoin d'impression, cette zone est à définir.

Retour d'expérience de niveau 2

L'exploitation des notes de synthèse d'événement concerne un ensemble de connaissances plus approfondies. Elles apportent notamment des informations sur la vulnérabilité et la résilience de l'organisation prévue par le gestionnaire.

Ces retours d'expérience de niveau 2 amènent une réflexion des acteurs sur la gestion de l'événement. Ce niveau de retour d'expérience participe à l'amélioration de l'analyse des risques et peut évaluer quelque chose qui n'est pas encore mis en place.

La présente feuille de calcul permet de formaliser un REX de niveau 2.

La **fiche événement + REX N2** est reportée sur la feuille **EVENEMENT**, cellules référencées (B7:O200). Si besoin d'impression, cette zone est à définir (et des sauts de pages sont à ajouter selon la longueur des textes).

Retour d'expérience de niveau 3

Par rapport aux retours d'expérience de niveaux 1 et 2, le premier objectif de la valorisation du niveau 3 est de faire évoluer les procédures et les formations des acteurs à la lumière des événements et des difficultés rencontrées lors de leur gestion opérationnelle. Ces retours d'expérience sont généralement portés par une instance décisionnelle extérieure au gestionnaire.

Si la note de l'événement indique que le REX est de niveau 3, le gestionnaire formalise le REX en niveau 2 ; ce REX niveau 2 pourra être fourni au pilote du REX de niveau 3.

SYNTHESES

SYNTHESE FICHES REX N1 et N2

Le tableau proposé rassemble les principales caractéristiques des événements en colonnes pour une vision globale des actions / pistes d'amélioration dans la gestion du risque.

SYNTHESE ACTIONS REX N1 et N2

Le tableau proposé rassemble uniquement les plans d'actions générés par les REX. Il permet d'avoir une vision globale des actions / pistes d'amélioration dans la gestion du risque et le cas échéant de suivre la mise en application de ces plans.

*Illustration 2 : Capture d'écran de l'onglet « Notice » de l'outil pour les gestionnaires ferroviaires :
mise en relation de l'outil avec les niveaux de REX*

5.2. Onglet « LEXIQUES »

Cet onglet contient l'ensemble des listes prédéfinies des menus à choix déroulants avec les affectations de notes pour l'AHP (Analyse Hiérarchique des Procédés).

Pour l'outil destiné aux gestionnaires routiers, l'une de ces listes est constituée de l'ensemble des communes du département dans lequel le REX est réalisé. Dans la configuration initiale de l'outil, cette liste est celle du Département de la Savoie, qui a réalisé les premiers tests de l'outil. Le gestionnaire doit donc modifier cette liste avant toute saisie d'un événement. Le manuel utilisateur fourni avec l'outil donne les indications pour faire cette modification.

5.3. Onglet « EVENEMENT »

Cet onglet permet au gestionnaire de :

- définir, pour un événement donné, à quel niveau de REX il est rattaché ;
- remplir une fiche descriptive de l'événement (exemple en annexe 4) ;
- remplir une fiche REX de niveau 1 (exemple en annexe 5) ;
- remplir le cas échéant une fiche REX de niveau 2.

En premier lieu, l'onglet doit être renommé, avec l'identifiant de l'événement (par exemple, si le gestionnaire saisit son premier événement, l'onglet est renommé « 1 »).

Aucune double saisie n'est nécessaire, les informations nécessaires au calcul de niveau de REX étant intégrées dans celles qui apparaîtront dans la fiche événement.

Pour faciliter le travail du gestionnaire, des menus déroulants à choix multiples sont privilégiés.

En cas de saisie de plusieurs événements, l'onglet doit être dupliqué.

Le manuel utilisateur fourni avec l'outil explique en détail la manière de saisir les informations.

5.4. Onglet « SYNTHESE FICHES REX N1 ET N2 »

Cet onglet se remplit semi-automatiquement, seul l'identifiant de l'événement, correspondant au numéro donné à l'onglet de saisie des données (onglet « EVENEMENT »), est à inscrire en tête de colonne par le gestionnaire.

Le gestionnaire dispose ainsi d'une synthèse des principaux éléments de l'ensemble des événements saisis, utile pour réaliser des bilans, visualiser rapidement les informations essentielles et assurer la traçabilité des informations recueillies.

5.5. Onglet « SYNTHESE ACTIONS REX N1 ET N2 »

Cet onglet permet d'avoir dans un seul tableau une synthèse, pour chaque événement, des actions décidées au cours du REX. Ce tableau doit permettre au gestionnaire de suivre son plan d'actions et d'assurer la traçabilité des actions définies.

Cet onglet se remplit automatiquement à partir de l'identifiant de l'événement déjà saisi dans l'onglet « SYNTHESE FICHES REX N1 ET N2 ».

Bibliographie

Cette bibliographie n'est pas exhaustive, elle vise à donner des éléments de connaissance généraux sur les REX, qu'ils soient menés pour des événements naturels ou technologiques.

Guides techniques et méthodologiques / recommandations / rapports

Wybo J.L., Godfrin V., Colardelle C., Guinet V., Denis Remis C., rapport (2003) : Méthodologie de retour d'expérience des actions de gestion des risques. Convention MATA 07/2001, Ecoles des Mines de Paris – ARMINES, 215p. [en ligne]. Disponible sur : <http://pffleurance.hautetfort.com/list/seminaire-4-manager-dans-la-contingence/1430603334.pdf> (consulté le 22/01/2020)

Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire, Direction de la Défense et de la Sécurité Civiles, Sous-Direction de la Gestion des Risques, guide méthodologique (2006) : La conduite du retour d'expérience, éléments techniques et opérationnels. Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire, 120p. [en ligne]. Disponible sur : http://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/07/guide_methodo_REX.pdf (consulté le 22/01/2020)

Groupe de Travail Retour d'Expérience du Secrétariat Permanent pour les Problèmes de Pollution Industrielle Provence-Alpes-Côte d'Azur, guide de bonnes pratiques (2008) : Retour d'expérience sécurité industrielle à l'attention des PME / PMI. SPPPI-PACA, 36p. [en ligne]. Disponible sur : <https://www.icsi.eu/documents/64/guide-rex-pme.pdf> (consulté le 22/01/2020)

Institut des Risques Majeurs, fiche pratique (2012) : Mémento du maire et des élus locaux, Retour d'expérience. IRMa, fiche DGP6. [en ligne]. <http://www.mementodumaire.net/dispositions-generales-2/la-post-catastrophe/dgp6-retour-dexperience/> (page consultée le 22/01/2020)

Durville J.L., Flury-Hébrard B., Rimoux L., Winter L., rapport (2013) : Vulnérabilité des réseaux d'infrastructures aux risques naturels. Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, 102p. [en ligne]. Disponible sur : http://cgedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/cgedd/008414-01_rapport.pdf (consulté le 22/01/2020)

Association Française pour la prévention des Catastrophes Naturelles, Institut pour la Maîtrise des Risques, rapport (2014) : Vulnérabilité des réseaux et catastrophes naturelles, rapport de synthèse des travaux et réunions du groupe de travail AFPCN-IMdR. AFPCN-IMdR, 70p. [en ligne]. Disponible sur : https://afpcn.org/wordpress/wp-content/uploads/2014/01/Synth%C3%A8se-GT-r%C3%A9seaux_v-finale.pdf (consulté le 22/01/2020)

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, rapport (2014) : Faire du REX aujourd'hui : pourquoi ? comment ? repères pour un retour d'expérience événementiel source d'apprentissages. IRSN, 23p. [en ligne]. Disponible sur : https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/surete/IRSN-PSN-SRDS-2014-00019_REX.pdf (consulté le 22/01/2020)

Galibert T., Perrin T., Pipien G., rapport (2017) : Pour des retours d'expérience au service de la stratégie nationale de gestion du risque d'inondation, Synthèse du collège prévention des risques naturels et technologiques. Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, 42p. [en ligne]. Disponible sur : http://cgedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/cgedd/010890-01_rapport.pdf (consulté le 22/01/2020)

Galibert T., Dantec G., Pipien G., rapport (2018) : Retours d'expérience des inondations, propositions d'un dispositif d'organisation et d'un guide méthodologique. Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, 154p. [en ligne]. Disponible sur : http://cgedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/cgedd/011553-01_rapport.pdf (consulté le 22/01/2020)

Dantec G., Pipien G., guide CGEDD - Cerema (2019) : Guide méthodologique «APRÈS inondation» Organisation de la collecte des données issues des REX inondation, 127p. [en ligne]. Disponible sur : https://cgedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Affaires-0011198/012486-01_guide-methodologique-publiee.pdf (consulté le 14/05/2020)

Association Française pour la prévention des Catastrophes Naturelle, Cyprès, guide (sd) : Les événements naturels, retour d'expérience, guide méthodologique et fiche d'observation. AFPCN, 4p.

Annexes

Annexe 1 - Apport méthodologique ONF

C2ROP Axe : Risque et Aide à la Décision / GT « REX - Capitalisation » Eléments suite à réunion du Club Risque Rocheux du 14/09/2017 – S. Carladous le 18/09/2017

Ces éléments font suite à la présentation par Bastien Colas (BRGM) de l'état d'avancement des travaux du GT « REX-Capitalisation ». Les REX traités dans ce GT concernent la gestion des événements.

Ce GT a mis en évidence que, selon l'événement, plusieurs niveaux de REX peuvent être nécessaires, du plus simple (Niveau 1) au plus détaillé (Niveau 3). De fait, deux éléments doivent être traités successivement (seul le premier sera évoqué ensuite) :

- Quelles sont les conditions pour identifier si le REX à mener est de niveau 1, 2 ou 3 ?
- Quels sont les éléments à compléter pour un REX de niveau 1, un REX de niveau 2 et un REX de niveau 3 ?

Selon les définitions associées aux problèmes de décision, le premier problème de décision identifié est alors le suivant :

- Alternatives à évaluer : chaque événement
- Problème de décision : classement selon un niveau de REX à mener « faible, moyen, fort »
- Critères de décision : une liste d'une dizaine de critères a été établie par le GT pour lesquels il est proposé une évaluation selon un niveau « faible, moyen, fort »

Les questions suivantes sont alors posées :

1. comment aider à établir la pondération entre critères ?
2. comment agréger évaluations des différents critères pour évaluation finale ?
3. comment valider les évaluations ?

1. Aide à la pondération des critères

a. Bases théoriques

La technique classique développée par Saaty (1980) consiste à comparer les critères deux à deux en demandant au décideur (ici les maîtres d'ouvrage) d'établir leur niveau de préférence $PL_{a>b}$ entre deux éléments a et b . Pour cela, on s'appuie sur l'échelle quantitative de 1 à 9 en rapport avec les évaluations linguistiques du Tableau 1.

Préférence qualitative $a \succ b$	$PL_{a>b}$	$PL_{b>a}$
(a) est aussi important que (b)	1	1
est modérément plus important que	3	1/3
est fortement plus important que	5	1/5
est très fortement plus important que	7	1/7
est extrêmement plus important que	9	1/9

Tableau 1 : Evaluation du niveau de préférence entre deux éléments a et b , noté $PL_{a>b}$
(extrait de Carladous, 2017, p.63)

Soit N le nombre de critères $g_j, j = 1, \dots, N$, et $g_t, t = 1, \dots, N$, le décideur permet de remplir la matrice suivante (Carladous, 2017, p.63) :

$$P_g \triangleq \begin{matrix} & g_1 & \dots & g_j & \dots & g_t & \dots & g_N \\ \begin{matrix} g_1 \\ \vdots \\ g_j \\ \vdots \\ g_t \\ \vdots \\ g_N \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & \dots & PL_{g_1 > g_j} & \dots & PL_{g_1 > g_t} & \dots & PL_{g_1 > g_N} \\ \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ PL_{g_j > g_1} & \dots & 1 & \dots & PL_{g_j > g_t} & \dots & PL_{g_j > g_N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ PL_{g_t > g_1} & \dots & PL_{g_t > g_j} & \dots & 1 & \dots & PL_{g_t > g_N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ PL_{g_N > g_1} & \dots & PL_{g_N > g_j} & \dots & PL_{g_N > g_t} & \dots & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Sur la base de la connaissance de cette matrice, la technique classique de Saaty (1980) consiste à calculer son vecteur propre comme définition du vecteur des coefficients de pondération des N critères. Notons qu'il existe d'autres méthodes mais ne compliquons pas plus...

De fait, l'objectif est de demander aux maîtres d'ouvrage d'exprimer leur préférence sur une échelle de 1 à 9 entre les critères deux à deux. Le reste est calculatoire pour extraire les poids. Dans ce cas, les poids sont compris entre 0 et 1.

Un dernier point important à noter est que l'esprit humain n'est pas capable de considérer plus de sept critères pour mener cette comparaison par paires (Miller, 1994).

b. Propositions pour mettre en œuvre sur ce cas d'application

➤ *Etape 1 : regrouper les critères par famille*

L'objectif est ici d'avoir des groupes de moins de 7 critères à comparer.

Par exemple,

- « $C_1 =$ aléas » peut regrouper 5 critères « g_{11} à g_{15} »
- « $C_2 =$ dommages » peut regrouper 5 critères « g_{21} à g_{25} »

➤ *Etape 2 : définir les poids par famille de critères*

Si on a regroupé comme présenté à l'étape 1, on établit 3 matrices :

- Matrice 1 : préférences entre C_1 et C_2 qui donnent les poids ω_1 et ω_2
- Matrice 2 : préférences entre critères de « g_{11} à g_{15} » qui donnent les poids « ω_{11} à ω_{15} »
- Matrice 3 : préférences entre critères de « g_{21} à g_{25} » qui donnent les poids « ω_{21} à ω_{25} »

Au final, on aura :

- poids de $g_{11} = \omega_{11} \times \omega_1$
- poids de $g_{12} = \omega_{12} \times \omega_1$
- ...
- poids de $g_{15} = \omega_{15} \times \omega_1$
- poids de $g_{21} = \omega_{21} \times \omega_2$
- ...
- poids de $g_{25} = \omega_{25} \times \omega_2$

- *Quel ordre d'établissement des matrices en présence de plusieurs maîtres d'ouvrages ?*

Approche 1 :

- On demande individuellement à chaque maître d'ouvrage d'établir ses matrices.
- On calcule les poids de chaque critère pour chaque maître d'ouvrage.
- On compare les poids affectés par tous les maîtres d'ouvrage et on fait une moyenne en vérifiant la cohérence

Approche 2 :

- Au cours des séances de travail, on établit des matrices de préférence (dans l'exemple ici 3 matrices) issues d'un compromis entre tous les maîtres d'ouvrage.
- On calcule les poids de chaque critère.

2. Agrégation des évaluations

Pour l'instant, la proposition consiste à évaluer chaque critère selon des classes « faible, moyen, fort ». Le problème qui surviendra ensuite sera alors d'agréger les évaluations données à chaque critère, en tenant compte de leurs poids respectifs, pour permettre l'évaluation finale.

Deux solutions me paraissent envisageables :

- *Solution 1 : utiliser directement les évaluations par classes*

Le cadre développé par Tacnet (2009) et s'appuyant sur la fusion d'informations pour des critères d'importance différente (Smarandache et al., 2010) permet, à partir de la connaissance de l'affectation de chaque critère à une des trois classes, et du poids donné à chaque critère, de définir la classe d'appartenance finale.

Condition nécessaire : les classes d'évaluation des critères (faible, moyen, fort) doivent en fait correspondre aux niveaux de REX attendus final (REX1=faible, REX2=moyen, REX3= fort).

- *Solution 2 : établir les préférences entre classes pour obtenir une note d'évaluation*

Ceci se baserait sur la méthode « critère-estimateur-solution » de Tacnet (2009, p.104). Pour chaque critère, l'idée est d'attribuer un poids aux trois classes d'évaluation (Cl_1 = faible ; Cl_2 = moyen ; Cl_3 = fort), en s'appuyant sur la normalisation.

Il faut ici faire attention aux notes directes 1, 2, 3 pour chaque classe car il est prouvé mathématiquement que cela pose des problèmes. Il vaut mieux donner un score absolu à chaque classe pour les différencier suivi d'une phase de normalisation (basée sur la somme, ou sur le maximum) pour affecter au final les poids ω_{Cl1} , ω_{Cl2} et ω_{Cl3} pour chaque classe.

Au final on obtiendra, pour un événement donné, et pour chaque critère :

- pour g_{11} noté « moyen » : $g_{11} = \omega_{11} \times \omega_1 \times \omega_{Cl2}$
- pour g_{12} noté « fort » : $g_{12} = \omega_{12} \times \omega_1 \times \omega_{Cl3}$
- pour g_{13} noté « fort » : $g_{13} = \omega_{13} \times \omega_1 \times \omega_{Cl3}$
- pour g_{14} noté « faible » : $g_{14} = \omega_{14} \times \omega_1 \times \omega_{Cl1}$
- pour g_{15} noté « faible » : $g_{15} = \omega_{15} \times \omega_1 \times \omega_{Cl1}$
- pour g_{21} noté « fort » : $g_{21} = \omega_{21} \times \omega_2 \times \omega_{Cl3}$
- pour g_{22} noté « fort » : $g_{22} = \omega_{22} \times \omega_2 \times \omega_{Cl3}$
- pour g_{23} noté « moyen » : $g_{23} = \omega_{23} \times \omega_2 \times \omega_{Cl2}$
- pour g_{24} noté « moyen » : $g_{24} = \omega_{24} \times \omega_2 \times \omega_{Cl2}$
- pour g_{25} noté « faible » : $g_{25} = \omega_{25} \times \omega_2 \times \omega_{Cl1}$

La note finale de chaque évaluation peut alors être obtenue soit par la somme des évaluations de chaque critère (qui peut poser problème d'un point de vue mathématique même si plus simple), soit par leur multiplication.

Au final, on a alors une note pour chaque événement, sur une échelle d'évaluation globale. Les seuils entre classes devront alors être établis avec les maîtres d'ouvrages. Pour cette phase, on voit qu'il est nécessaire de connaître l'échelle d'évaluation globale avant d'établir les seuils.

3. Validation des évaluations

Pour permettre de vérifier la cohérence des résultats, une solution consiste à établir un jeu de cas tests.

- a) Les maîtres d'ouvrages retiennent plusieurs exemples d'événements et indiquent le niveau de REX (soit réalisé dans la réalité, soit qu'ils auraient défini s'ils avaient eu à le faire)
- b) Sur ces événements, les évaluations de chaque critère sont établies
- c) Après avoir réalisé le modèle d'aide à la décision (pondération, méthode d'agrégation), application de ce modèle et vérification des résultats par rapport aux données issues de a).

Simon Carladous

ONF/DRN

Éléments de bibliographie

Carladous, S. (2017). Approche intégrée d'aide à la décision basée sur la propagation de l'imperfection de l'information – application à l'efficacité des mesures de protection torrentielle. Thèse de doctorat, ENSMSE, Sciences et génie de l'environnement, Saint-Etienne, France, 394 p.

Miller, G. (1994). « The magical number seven, plus or minus two : some limits on our capacity for processing information. » In : Psychological Review 101.2, 343-352

Saaty, T. L. (1980). Multicriteria Decision MAKing – The Analytic Hierarchy Process : Planning, Priority Setting, Resource Allocation. Pittsburgh, U.S.A. : McGraw-Hill (Tx), 287 p.

Smarandache, F., Dezert, J., Tacnet, J.-M. (2010). « Fusion of sources of evidence with different importances and reliabilities. » In : Workshop on the Theory of Belief Functions. Brest, France, 8 p.

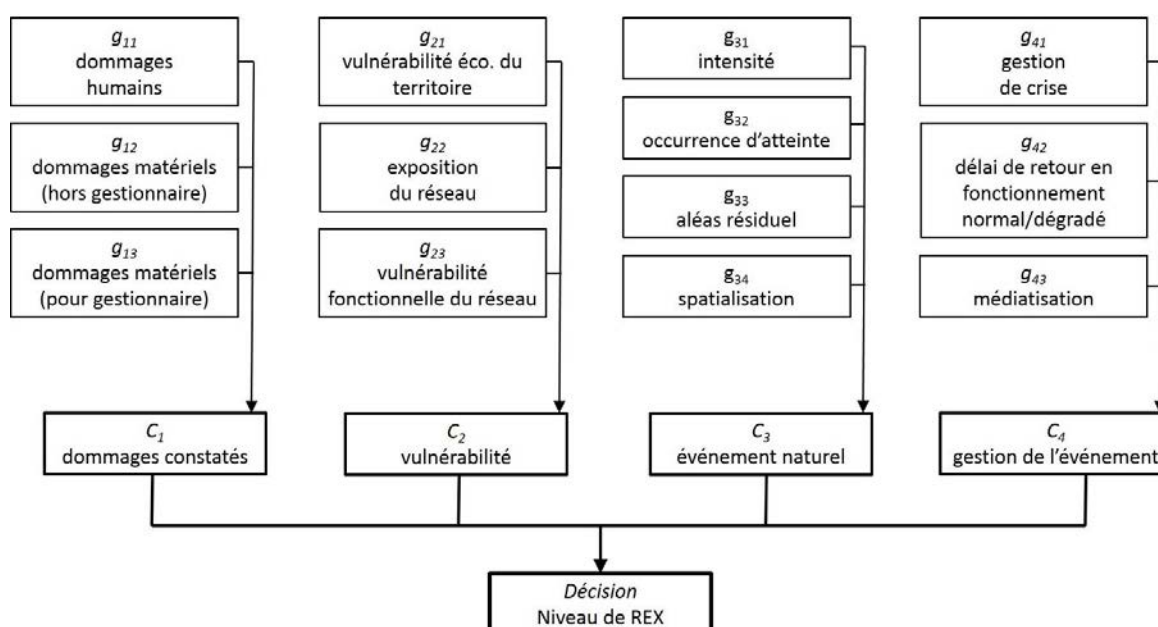
Tacnet, J.-M. (2009). Prise en compte de l'incertitude dans l'expertise des risques naturels en montagne par analyse multicritères et fusion d'information. Thèse de doctorat, ENSMSE, Sciences et génie de l'environnement, Saint-Etienne, France, 404 p.

C2ROP
 Axe : Risque et Aide à la Décision / GT « REX - Capitalisation »
 Remarques suite à transmission tableau évaluation critères – S. Carladous le 19/09/2017

Au vu des critères proposés, l'application de ce qui était proposé au point 1.b, Etape 1, donnerait un regroupement, selon ma perception en quatre grandes catégories :

- Dommages constatés
- Vulnérabilité
- Événement naturel
- Gestion de l'événement

La structure ci-dessous peut en effet, selon moi, être proposée :



1. Sur le détail des critères et de leur évaluation :

➤ Généralités :

Pour les évaluations de chaque critère selon les classes « faible », « moyen », « fort », il sera nécessaire de préciser si les évaluations sont en « ET » ou « OU ». Par exemple, pour l'évaluation du critère « dommages humains » en « moyen », est-ce :

- « Pas de victimes décédées » OU « victimes blessées gravement ≥ 1 et < 5 » OU « victimes blessées légèrement ≥ 5 et ≤ 10 »

ou

- « Pas de victimes décédées » ET « victimes blessées gravement ≥ 1 et < 5 » ET « victimes blessées légèrement ≥ 5 et ≤ 10 »

Je pense que c'est la première mais à préciser.

➤ g_{11} « dommages humains » : pour l'évaluation en « fort », la logique voudrait qu'on ait : « victimes blessées gravement ≥ 5 » au lieu de « victimes blessées gravement < 5 »

Ou bien « victimes blessées gravement > 5 » mais auquel cas, il faut pour le classement en « moyen » mettre « victimes blessées gravement ≥ 1 et ≤ 5 »

➤ g_{12} « dommages matériels (hors gestionnaire) » correspond à « Dommages sur les matériels roulant » du tableau

➤ g_{13} « dommages matériels (pour gestionnaire) » correspond à « Dommages matériels sur l'infrastructure et/ou ouvrages de protection associés » du tableau. Pour l'évaluation, il y a soit du qualitatif « infrastructure légèrement impactée » soit du quantitatif en €. Pour plus de clarté, il me semble qu'il serait mieux de conserver la même chose avec du quantitatif en € (en intégrant dégâts n € sur infrastructure et dégâts en € sur ouvrage de protection)

Par ailleurs, concernant la fonctionnalité de l'ouvrage de protection (fonctionnel = faible ; dégradé = moyen, hors service = fort), j'aurais tendance soit à l'enlever en considérant que c'est déjà intégré dans l'évaluation du coût pour reconstruire, soit à transférer dans analyse de l'aléa résiduel car état de l'ouvrage conditionne atteinte ou non de la route par ce qui reste au-dessus.

➤ g_{21} « vulnérabilité économique du territoire » = celle du tableau

➤ g_{22} « exposition du réseau » en remplacement de « vulnérabilité économique du réseau » car il me semble que le trafic est un indicateur d'exposition, qui influence la vulnérabilité

➤ g_{23} « vulnérabilité fonctionnelle du réseau » = celle du tableau

➤ g_{31} « intensité de l'événement » = celle du tableau

➤ g_{32} « occurrence d'atteinte » = le fait de dire « atteinte une fois par an » me gêne car on est alors sur l'analyse de l'aléa et non pas de l'événement traité. JE resterais sur ce qui est proposé ensuite « atteinte une fois »

➤ g_{33} « aléas résiduel » en remplacement de « risque résiduel ». Ici, on ne parle pas de risque mais bien d'aléa à travers le volume.

➤ g_{34} « spatialisation » : idem que « Spatialisation de l'événement (multi-occurrence)

➤ g_{41} « gestion de crise » : idem que tableau

➤ g_{42} « délai de retour en fonctionnement normal / dégradé » : idem que tableau

➤ g_{43} « médiatisation » : idem que tableau

2. Sur la pondération

En suivant le schéma présenté pour la pondération, il conviendrait alors d'établir 5 matrices de préférence pour établir les poids donnés à chaque critère :

- Pour comparer C_1 , C_2 , C_3 et C_4
- Pour comparer g_{11} , g_{12} et g_{13}
- Pour comparer g_{21} , g_{22} et g_{23}
- Pour comparer g_{31} , g_{32} , g_{33} et g_{34}
- Pour comparer g_{41} , g_{42} et g_{43}

Simon Carladous

ONF/DRN

Annexe 2 - Tableau des familles, critères et indicateurs

Définition des indicateurs et classement en termes de degré de gravité			
CRITERES DE GRAVITE	1 (faible)	2 (moyen)	3 (fort)
Domages humains	<ul style="list-style-type: none"> Nombre de victimes décédées Nombre de victimes gravement blessées Nombre de victimes blessées légèrement 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de victimes décédées Vicimes blessées gravement ≥ 1 et < 5 Vicimes blessées légèrement ≥ 5 et ≤ 10 	<ul style="list-style-type: none"> Vicimes décédées ≥ 1 Vicimes blessées gravement ≥ 5 Vicimes blessées légèrement > 10
Domages matériels sur l'infrastructure et/ou ouvrages de protection associés	<ul style="list-style-type: none"> Degré d'endommagement de l'infrastructure et de ses ouvrages associés Montant de réparation de l'infrastructure (travaux d'urgence compris) Degré d'endommagement de l'ouvrage de protection après événement Montant de réparations sur l'ouvrage de protection (travaux d'urgence compris) Moyens mis en oeuvre pour l'évacuation 	<ul style="list-style-type: none"> Infrastructure légèrement impactée, nécessitant des travaux de déblaiement mécanisés Infrastructure légèrement impactée, nécessitant des travaux de déblaiement mécanisés classiques (pelle mécanique) et des réparations Montant de réparation de l'infrastructure compris entre 10 et 50 k€ Montant de réparation de l'infrastructure compris entre 10 et 100 k€ Ouvrage de protection en partie détruit par l'événement Montant de réparation de l'ouvrage de protection compris entre 10 et 50 k€ Montant de réparation de l'ouvrage de protection compris entre 10 et 100 k€ 	<ul style="list-style-type: none"> Infrastructure très impactée, nécessitant des travaux de déblaiement spécifiques (BRH, exposifs, etc.) et une réfection partielle ou totale de la chaussée ou de son ouvrage d'art associé Montant de réparation de l'infrastructure > à 50 k€ Montant de réparation de l'infrastructure > 100 k€ - NB : seul légal enquêtes sécu ferroviaire = 2 M€ (infrastructure + ouvrages) Ouvrage de protection détruit en totalité Montant de réparation de l'ouvrage de protection > 50 k€ Montant de réparation de l'ouvrage de protection > 100 k€
Domages sur les matériels roulants	<ul style="list-style-type: none"> Degré d'endommagement des véhicules (motrice et wagons) Degré d'endommagement du matériel 	<ul style="list-style-type: none"> 1 véhicule faiblement endommagé Matériel endommagé sans demande de secours 	<ul style="list-style-type: none"> Au moins 1 véhicule à évacuer Matériel endommagé avec demande de secours et évacuation du matériel nécessaire
Impacts sur le fonctionnement des territoires	<ul style="list-style-type: none"> Activité desservie Liaison stratégique Nombre de véhicules par jour Forage par jour et par km (UIC) 	<ul style="list-style-type: none"> Village de quelques personnes (< 10), isolé, sans activité économique (pas de service de proximité, etc.) Lignes ne relevant pas des critères définis pour les niveaux de gravité 2 et 3 < 1000 véh/jour UIC 7 à 9 	<ul style="list-style-type: none"> Village isolé de plusieurs dizaines de personnes, disposant d'une activité touristique saisonnière forte (station de ski, etc.) Liaison entre départements, ancienne nationale Zone urbaine dense (grandes métropoles) > 2000 véh/jour UIC 1 à 4 (GJ, zone urbaine dense)
Impacts sur le fonctionnement du réseau (accessibilité)	<ul style="list-style-type: none"> Longueur/temps de la déviation Accès unique Possibilité de déviation Voie unique 	<ul style="list-style-type: none"> Déviation possible, entraînant un temps de trajet supplémentaire < 20 mn Déviation possible, entraînant un temps de trajet supplémentaire < 30 mn 	<ul style="list-style-type: none"> Déviation possible, entraînant un temps de trajet supplémentaire > 1 h ou pas de déviation possible Déviation possible, entraînant un temps de trajet supplémentaire > à quelques heures ou pas de déviation possible
Gestion de crise	<ul style="list-style-type: none"> Mise en place d'une cellule de crise Interactions avec acteurs extérieurs 	<ul style="list-style-type: none"> Gestion interne au service, information locale 	<ul style="list-style-type: none"> Cellule de crise généralement pilotée par la protection civile Cellule de crise niveau national avec acteurs extérieurs (préfecture, etc.)
Médiasation	<ul style="list-style-type: none"> Couverture médiatique Communication des informations vers l'extérieur (alternat, surveillance, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Médias écrits et audio locaux Pas de communication 	<ul style="list-style-type: none"> Médias écrits, audio et télévisuels locaux et nationaux Communication par la direction du gestionnaire ou un élu
Délai de retour à un fonctionnement normal ou dégradé	<ul style="list-style-type: none"> Temps de retour en fonctionnement dégradé (alternat, surveillance, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Quelques heures à 24 h Quelques heures 	<ul style="list-style-type: none"> 1 semaine, voire plus > 48 h
Nouveauté de l'événement	<ul style="list-style-type: none"> Fréquence d'atteinte de l'infrastructure Variation de la fréquence d'atteinte de l'infrastructure Dépassement de la capacité de l'ouvrage de protection Prévisibilité de l'événement 	<ul style="list-style-type: none"> Atteinte infrastructure courante (fréquence < 5 ans) et gérée Pas de variation de la fréquence d'atteinte Pas de dépassement de la capacité de l'ouvrage de protection Événement attendu 	<ul style="list-style-type: none"> 1^{er} événement atteignant l'infrastructure ou événement rare (tous les 30 ans ou plus) Fort augmentation de la fréquence d'atteinte Inefficacité totale de l'ouvrage Événement inattendu
Spécialisation de l'événement (multi-occurrence)	<ul style="list-style-type: none"> Nombre d'événements en simultané 	<ul style="list-style-type: none"> Un événement impactant un axe 	<ul style="list-style-type: none"> Plusieurs événements sur plusieurs axes Un événement impactant plusieurs axes
Intensité de l'événement	<ul style="list-style-type: none"> Volume unitaire de bloc touchant l'infrastructure Volume total éboulé atteignant l'infrastructure 	<ul style="list-style-type: none"> Chutes de pierres (volumes inférieurs à 1 dm³) ou de petits blocs (volumes compris entre 1 dm³ et quelques dizaines de dm³) Volume total éboulé < quelques dizaines de dm³ 	<ul style="list-style-type: none"> Chutes de blocs de volume > 1 m³ Volume total éboulé > 50 m³
Aléa résiduel	<ul style="list-style-type: none"> Volume résiduel (unitaire et total) susceptible d'atteindre la chaussée Functionalité de l'ouvrage de protection après événement 	<ul style="list-style-type: none"> Chutes de pierres (volumes inférieurs à 1 dm³) ou de petits blocs (volumes compris entre 1 dm³ et quelques dizaines de dm³) Volume total < quelques dizaines de dm³ Ouvrage de protection fonctionnel 	<ul style="list-style-type: none"> Chutes de blocs de volume > 1 m³ Volume total > 10 m³ Ouvrage de protection hors service
Explications du code couleur : Critères définis pour les gestionnaires routiers Critères définis pour les gestionnaires ferroviaires Critères communs aux deux types de gestionnaires			

Annexe 3 - Apport méthodologique BRGM

C2ROP

Axe : Risque et Aide à la décision / GT « REX – Capitalisation »

Note technique d'évaluation du niveau de REX attendu

Note établie par B. Colas – BRGM

Cette note met en application les principes d'analyse multicritères hiérarchisée (AMCH) décrits dans la note de S. Carladous (ONF) du 18/9/2017, pour le choix de niveau de REX à engager en fonction des événements d'éboulement rocheux survenant le long de linéaires. Suivant cette méthode, en adaptant les degrés d'importance, chaque famille de critères a été comparée aux trois autres et au sein de chaque classe, chaque critère a été comparé aux autres (de la même classe). Les degrés d'importance sont établis de façon pseudo quantitative en considérant que telle classe ou tel critère est x fois plus important qu'un autre dans la prise de décision. Cette approche permet directement de faire ressortir l'importance relative de chaque classe ou de tel critère au sein d'une même classe.

Les choix de pondération (degré d'importance) ont été discutés au sein du groupe de travail puis testés sur des cas réels d'éboulements pour juger de la pertinence de la pondération.

Définition et pondération des critères dimensionnant la réponse

Les critères retenus, intervenant dans la décision, sont ordonnancés suivant 4 familles principales (CI) :

CI1	Dommages directs
CI2	Dommages indirects
CI3	Gestion
CI4	Evènement

L'importance relative de chaque famille est évaluée comme suit (tableau ci-dessous) par les participants du GT. A titre d'exemple, les dommages directs sont considérés comme trois fois plus importants que l'évènement lui-même dans l'analyse ou encore les dommages indirects sont considérés comme aussi importants que les impacts touchant à la gestion de l'évènement.

	CI1	CI2	CI3	CI4
CI1 Dom. Directs	1.0	1.5	1.5	3.0
CI2 Dom. Indirects	0.7	1.0	1.0	2.0
CI3 Gestion	0.7	1.0	1.0	2.0
CI4 Evènement	0.3	0.5	0.5	1.0

Ex. CI1 = 3 x plus important que CI4

Ce choix conduit à une pondération relative des critères de famille définie comme suit :

CI1	Dommages directs	0,38
CI2	Dommages indirects	0,25
CI3	Gestion	0,25
CI4	Evènement	0,12

On relève une relative homogénéité de l'importance des critères de classe avec une prédominance des dommages directs

dans l'analyse (contribution relative de 38 %).

Au sein de chaque critère de famille, plusieurs critères descriptifs (gl) sont proposés. Sur le même principe, la hiérarchisation des critères de classe est réalisée. On notera que le dommage humain a été fortement priorisé par rapport aux impacts sur les véhicules par exemple (facteur 20) :

CI1 Dom Direct

	g11	g12	g13	
Dom. Humains	g11	1.0	10.0	20.0
Dom. Matériels	g12	0.1	1.0	2.0
Dom. Roulant	g13	0.05	0.5	1.0

ex. g11 = 10 x plus important que g12

CI2 Dom. Indirect

	g21	g22	
Vuln struct	g21	1.0	5.0
Vuln fonct	g22	0.2	1.0

CI3 Gestion

	g31	g32	g33	
Gestion crise	g31	1.0	1.5	2.0
Médiatisation	g32	0.7	1.0	1.3
Délai retour norm.	g33	0.5	0.8	1.0

CI4 Evènement

	g41	g42	g43	g44	
Nouveauté	g41	1.0	2.0	5.0	10.0
Spatialisation	g42	0.5	1.0	0.4	0.2
Intensité	g43	0.2	2.5	1.0	0.5
Aléa résiduel	g44	2.5	1.0	1.0	1.0

Cette approche conduit au sein de chaque classe à l'obtention d'une pondération de chaque critère au sein de chaque famille :

CI1 Dom Direct	Critère	Poids normalisé
Dom. Humains	g11	0.87
Dom. Matériels	g12	0.09
Dom. Roulant	g13	0.04
CI2 Dom. Indirect	Critère	Poids normalisé
Vuln struct	g21	0.83
Vuln fonct	g22	0.17
CI3 Gestion	Critère	Poids normalisé
Gestion crise	g31	0.46
Médiatisation	g32	0.31
Délai retour norm.	g33	0.23
CI4 Evènement	Critère	Poids normalisé
Nouveauté	g41	0.56
Spatialisation	g42	0.28
Intensité	g43	0.11
Aléa résiduel	g44	0.06

Au sein des familles, on note la très forte prédominance des critères liés aux dommages humains (87 % de la classe « Dommages directs ») et de la vulnérabilité structurelle du territoire (83 % de la classe « Dommages indirects »), ce qui reflète bien la sensibilité des MOA.

La combinaison des deux classes de critères (famille CI et descriptifs GI) permet de calculer la pondération associée à chaque critère dans l'analyse globale d'évènement :

Critère de famille		Critères descriptifs		Pondération	
CI1	Dommages directs	g11	Dommages humains	CI1 x g11	0,326
		g12	Dommages matériels sur l'infrastructure et/ou ouvrages de protection associés	CI1 x g12	0,033
		g13	Dommages sur les matériels roulants	CI1 x g13	0,016
CI2	Dommages indirects	g21	Impacts sur le fonctionnement des territoires	CI2 x g21	0,208
		g22	Impacts sur le fonctionnement du réseau	CI2 x g22	0,042
CI3	Gestion	g31	Gestion événement / crise	CI3 x g31	0,115
		g32	Médiatisation	CI3 x g32	0,077
		g33	Délai de retour à un fonctionnement normal ou dégradé	CI3 x g33	0,058
CI4	Evenement	g41	Nouveauté de l'évènement	CI4 x g41	0,069
		g42	Spatialisation de l'évènement (multi-occurrence)	CI4 x g42	0,035
		g43	Intensité	CI4 x g43	0,014
		g44	Aléa résiduel	CI4 x g44	0,007

Cette notation met en évidence l'importance relative de chacun des 12 critères jugés pertinents dans l'évaluation d'un événement :

- importance forte de la gravité en termes de dommages « humains » à hauteur de 33 % de la notation finale envisagée et de la « vulnérabilité structurelle du territoire » (21 %) ;
- faiblesse relative des paramètres physiques liés à l'événement (Intensité et Aléa résiduel) ainsi que des dommages matériels.

Ces résultats sont conformes à l'esprit de REX visé par les MOA, qui privilégie très largement les impacts des phénomènes par rapport aux phénomènes responsables de ces dommages.

Consolidation des notations

La notation des critères descriptifs est déterminée suivant 3 niveaux d'importance croissante (notes choisies initialement de 1, 2 ou 3), selon les indicateurs définis dans le tableau en annexe 2. Il n'est cependant pas acté de l'importance relative de chaque note (pondération de note) pour les critères définis. En d'autres termes, par exemple, il s'agit d'évaluer si une note de 3 qui qualifie un critère signifie une importance relative d'un facteur 3, 10 ou autre par rapport à une note de 2 et de 1. À cet égard, et afin de prendre en compte l'importance relative de la notation des critères dans l'analyse, des tests de pondération P_k (P_a , P_b ou P_c) ont été menés comme illustré ci-dessous. Par exemple, la pondération P_b correspond à une pondération 1, 5 et 10 des notes 1, 2 et 3 initialement attribuées. Il est à noter que les mêmes pondérations sont conservées pour l'ensemble des notes de critères élémentaires :

		Pondération		
		a	b	c
Note	1	1	1	1
	2	2	5	10
	3	3	10	100

Le calcul de la note finale est défini comme suit :

$$N_k = \sum_{ij} (Cl_i \cdot gl_{ij}) \cdot (n_{gl_{ij}} \cdot P_k)$$

- Avec N_k : note finale pour l'événement (selon l'hypothèse k)
 Cl : critère de classe
 gl : critère de facteur
 n : note de facteur attribuée (entre 1 et 3)
 P_k : pondération retenue suivant le couple (note ; pondération)

Et la note normalisée :

$$Nn_k = \frac{N_k - N_{min}}{N_{max} - N_{min}}$$

- Avec Nn_k : note finale normalisée pour l'événement (selon l'hypothèse k)
 N_k : note finale de l'événement
 N_{min} et N_{max} : valeurs absolues minimales et maximales de notation sur l'intervalle (ex. entre 1 et 3 pour P_k 1, 2, 3)

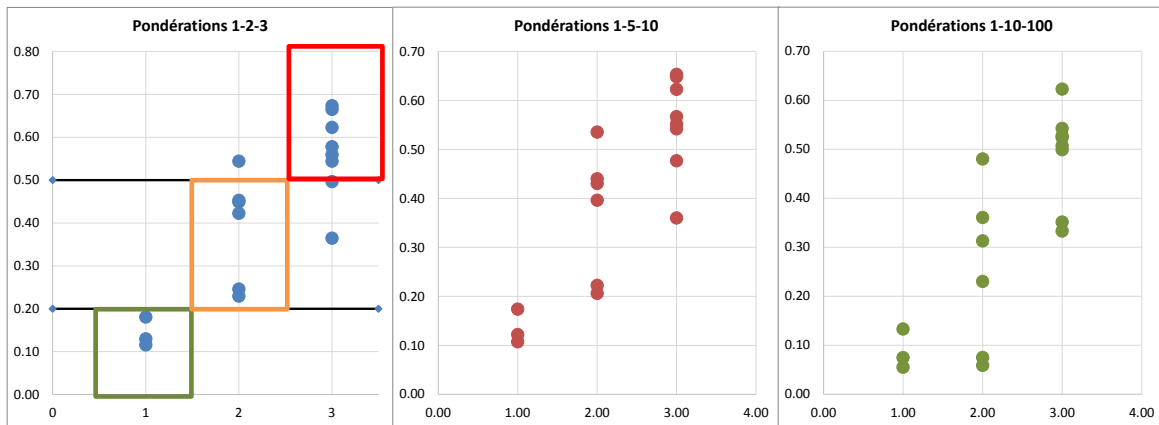
Valorisation des données sur cas test

Les gestionnaires partenaires du GT ont renseigné des événements choisis de nature et d'impact jugés a priori variables suivant les notations (1, 2, 3) pour chaque critère. L'analyse est réalisée pour chacun des sites, conduisant à une note entre 0 et 1 pour chaque événement. Les trois choix de pondération des notes sont testés (P_a 1-2-3, P_b 1-5-10, P_c 1-10-100) :

Au final, pour les cas traités, les notes varient entre 0,01 et 0,67, dans l'intervalle [0;1].

Classification des niveaux de REX attendus

Sur cette base, une analyse croisée des notes calculées et du niveau de REX pressenti par les gestionnaires est menée :



En dehors du cas de la RD211b (CD38, événement pour lequel une hésitation de niveau 2 ou 3 a été pointée), on note une augmentation régulière du niveau de REX attendu (1, 2 ou 3) en fonction de la note calculée normalisée. Par ailleurs, il est possible d'affecter un niveau de REX directement à partir de la notation engagée en se basant sur les notes de type 1-2-3 jugées pertinentes en termes de distribution finale.

Finalement, la correspondance des niveaux de REX est la suivante :

- REX de niveau 1 : note normalisée < 0,2 ;
- REX de niveau 1 : note normalisée ≥ 0,2 et < 0,5 ;
- REX de niveau 1 : note normalisée ≥ 0,5.

Cette analyse montre une concordance des plages de notes normalisées et du niveau de REX pressenti par le gestionnaire. Elle présente l'avantage de proposer une méthode relativement objective (cf. table des critères) pour justifier de l'exigence de tel ou tel niveau de REX, et ce indépendamment des sensibilités des opérateurs. Cette approche tend *a priori* à garantir une certaine homogénéité des futurs REX quels que soient les événements évalués.






RD117 – PR8 à 8+300
Eboulement aux rochers Tafeunet
 Commune de Fontaine le Puits



Ex. d'événement de REX NIV. 3

Annexe 4 - Exemple de fiche d'événement



  Crues de Blocs Risques Rocheux Ouvrages de Protection	Fiche d'événement n° XXXX	
	RD12 PR8+600 CHUTE DE BLOC	AILLON-LE-VIEUX 17/12/2018
RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS		
Service concerné (unité, antenne...) Nom_Service		
Auteur REX Nom_auteurREX		
SIGNALEMENT DE L'EVENEMENT		
Source signalement INTERNE	Date de signalement 16/12/2018	
Origine signalement XXXXX	Date de l'évènement 17/12/2018	
INFRASTRUCTURE CONCERNEE		
Identification infrastructure RD12	PR 8+600	
Commune AILLON-LE-VIEUX		
Classe de trafic 1500 véh./j	< 1000 veh/jour	
Importance réseau Faible		
Accessibilité Difficile, déviation possible		
CARACTERISATION PHYSIQUE DE L'EVENEMENT		
Description sommaire de l'événement (texte libre, schéma, etc.) Eboulement rocheux depuis versant. Zone de départ non identifiée. Atteinte à la chaussée sur une largeur de 20 ml (env. 20 blocs de V_{max} 70 m³). Franchissement multiples de l'itinéraire (lacets).		
Conditions météo Orage la veille au soir, 70 mm		
Origine éboulement VERSANT		
Zone de départ NON VISIBLE		
Volume total éboulé (m ³) 25	Volume unitaire max. (m ³) 2	
Volume total sur infra. (m ³) 5	Vol. unitaire max. sur infra (m ³) 1	
Photographie(s) de l'événement		
		
Ouvrage de protection NON	Type Aucun	
Fonctionnement d'ouvrage de protection:	Capacité de l'ouvrage de protection ponctuellement dépassée	
Historique d'éboulement:	Atteinte infrastructure courante (fréquence < 5 ans) et gérée ou pas de variation de la fréquence d'atteinte, événement attendu	
Type de crise:	Plusieurs événements sur plusieurs axes ou un événement impactant plusieurs axes	

Recto fiche événement infrastructure routière (NB : il s'agit d'une fiche factice, les informations de lieu ne correspondent pas à l'événement photographié)

DOMMAGES / IMPACTS LIES A L'EVENEMENT		
Humains	NON	Néant
Matériels	NON	Infrastructure : Infrastructure très impactée : chaussée, parapets
		Cout direct: Montant de réparation de l'infrastructure compris entre 0 et
	OUI	Ouvrages protection: dégradé
	NON	Cout direct: Montant de réparation de l'ouvrage de protection compris
Fonctionnels	NON	Matériels roulants: Néant
	NON	Trafic: Route coupée, déviation via RD236
	NON	Pertes éco. indirectes : Accès aux stations coupé
Autre commentaire: XXXXXXXXXXXX (texte libre)		
GESTION DE L'EVENEMENT		
Expertise : BE EXTERNE		Identification : SAGE
Date expertise : 18/12/2018		Ref. rapport / N XXXX
Diagnostic expert:	Identification de zone de départ à 30 m en amont de chaussée. Cicatrice propre. Blocs éboulés restés dans le couloir de propagation en amont de la chaussée (1 m3 max). Eboulement suite aux pluies intenses de la veille.	
Aléa résiduel post-événement:	Chutes de pierres depuis le couloir de propagation par remobilisation. Atteinte possible à chaussée. Risque avéré sous conditions climatiques exceptionnelles.	
Décisions techniques:	Vu > 1 m3 / Vt > 10 m³	
	Remorquage véhicule / déblaiement / purges manuelles couloir / refection chaussée	
	Gestion de trafic: Mise en place alternat	
	Travaux d'urgence: Purge et pose de blocs béton	
Gestion de l'information:	Travaux définitifs: Ancrages	
	Néant	
Décisions médias / communication:	Néant	
	Aucune	
	Pas de communication ou par les techniciens	
Délai de retour à la normale ou en mode dégradé:	2 j (temps de purges)	
Coûts globaux évènement (k€):	Déblaiement + purges + nouveaux ouvrages : env. 10 k€	
	10	
NIVEAU DE REX SUGGERE :		2
NOTE NORMALISEE		0,31
NIVEAU DE REX RETENU :		1

Verso fiche événement infrastructure routière

Annexe 5 - Exemple de fiche de REX de niveau 1

		REX EVENEMENT NIVEAU 1		
		RD12 PR8+600 CHUTE DE BLOC	AILLON-LE-VIEUX 17/12/2018	
REX / PROBLEMATIQUES SOULEVEES				
Un événement avait-il été envisagé par la collectivité sur le secteur impacté ?				OUI
Préparation et anticipation adaptées et/ou protections efficaces et/ou signalétique en place : gestion événement / crise efficiente				OUI
Gestion événement / crise efficiente ?				OUI
Gestion événement / crise efficiente	Aléa non conforme aux phénomènes redoutés (soit en terme d'intensité, soit en terme d'évolution)			NON
	Zone de danger non signalée			OUI
	Ouvrage dépassé en capacité, dysfonctionnement (si existant)			NON
	Gestion d'évènement inadaptée (réactivité, disponibilités, mesures d'urgence, ...)			OUI
	Problème lié à la réalisation des travaux de sécurisation d'urgence			NON
DETAIL DES ACTIONS POSITIVES				
PLAN D'ACTIONS A DEFINIR EN FONCTION DES PROBLEMATIQUES SOULEVEES				
Actions		Responsable	Echéancier	
Capitalisation inventaire => BDD événement du CD		Xxxxxx	03/2019	
Suivi d'évolution et action si nouvel évènement sur secteur		Xxxxxx	12/2023	

NB : Fiche établie pour un événement affectant une infrastructure routière

© 2020 - Cerema

Le Cerema, l'expertise publique pour le développement et la cohésion des territoires.

Le Cerema est un établissement public qui apporte un appui scientifique et technique renforcé dans l'élaboration, la mise en oeuvre et l'évaluation des politiques publiques de l'aménagement et du développement durables. Centre de ressources et d'expertise, il a pour vocation de produire et de diffuser des connaissances et savoirs scientifiques et techniques ainsi que des solutions innovantes au coeur des projets territoriaux pour améliorer le cadre de vie des citoyens. Alliant à la fois expertise et transversalité, il met à disposition des méthodologies, outils et retours d'expérience auprès de tous les acteurs des territoires : collectivités territoriales, services de l'État et partenaires scientifiques, associations et particuliers, bureaux d'études et entreprises.

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Cerema est illicite (loi du 11 mars 1957). Cette reproduction par quelque procédé que se soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Coordination et suivi d'édition › Cerema Infrastructures de transport et matériaux, Département de la valorisation technique, Pôle édition multimédia.

Mise en page › Cerema

Illustration couverture › © CD 73

Novembre 2020

ISBN : 978-2-37180-490-6

ISSN : 2276-0164

Gratuit

Éditions du Cerema

Cité des mobilités

25 avenue François Mitterrand

CS 92803

69674 Bron Cedex

Pour commander nos ouvrages › www.cerema.fr

Pour toute correspondance › Cerema - Bureau de vente - 2 rue Antoine Charial - CS 33927 - 69426 Lyon Cedex 03

ou par mail › bventes@cerema.fr

www.cerema.fr › Nos publications

La collection « Références » du Cerema

Cette collection regroupe l'ensemble des documents de référence portant sur l'état de l'art dans les domaines d'expertise du Cerema (recommandations méthodologiques, règles techniques, savoir-faire...), dans une version stabilisée et validée. Destinée à un public de généralistes et de spécialistes, sa rédaction pédagogique et concrète facilite l'appropriation et l'application des recommandations par le professionnel en situation opérationnelle.

Formalisation d'un retour d'expérience à la suite d'un événement de chutes de blocs sur infrastructures de transport

Note méthodologique

Ce document, élaboré par un groupe de travail Maîtres d'Ouvrage dans le cadre du projet national C2ROP, propose une méthodologie de formalisation de retours d'expérience à la suite d'événements de chutes de blocs affectant les infrastructures de transport, routières et ferroviaires.

Destiné aux gestionnaires de ces infrastructures, il se compose de la présente note méthodologique et d'un outil informatique leur permettant de réaliser ces retours d'expérience et de les capitaliser.

La note aborde des points généraux sur les retours d'expérience après événements (chapitre 1), présente les objectifs recherchés par le groupe de travail (chapitre 2) et la méthodologie élaborée pour définir les niveaux de REX (chapitre 3), puis définit les contenus des retours d'expérience (chapitre 4). Elle se termine (chapitre 5) par une présentation générale de l'outil informatique.

Sur le même thème, les autres publications du Projet C2ROP

Axe Aléas

Glossaire du risque rocheux

Caractérisation de l'aléa éboulement rocheux : Etat de l'art

Axe Paradés

Merlons pare-blocs : Recommandations pour la conception, le suivi de réalisation et la maintenance

Les Ouvrages Déflecteurs : Guide technique

Surveillance instrumentale pour la gestion du risque rocheux : Recommandations

Axe Risque

Prise en compte des risques rocheux par les Maîtres d'Ouvrage gestionnaires d'infrastructures : Recommandations

Cahier des charges type pour l'étude de l'aléa éboulement rocheux et la définition des travaux

Cahier des charges type pour les travaux de protection contre les éboulements rocheux

Mémento des ouvrages de protection contre les éboulements rocheux : Maintenance et Coûts

Aide à la formalisation de retours d'expérience à la suite d'un événement rocheux sur infrastructures de transport : Note méthodologique

Aménagement et cohésion des territoires - Ville et stratégies urbaines - Transition énergétique et climat - Environnement et ressources naturelles - Prévention des risques - Bien-être et réduction des nuisances - Mobilité et transport - Infrastructures de transport - Habitat et bâtiment

Gratuit

ISSN : 2276-0164

ISBN : 978-2-37180-490-6



9 782371 804906

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement - www.cerema.fr

Infrastructures de transport et matériaux - 110 rue de Paris - 77171 Sourdun - Tél. +33 (0)1 60 52 31 31

Siège social : Cité des mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél. +33 (0)4 72 14 30 30