

# RETOUR D'EXPERIENCE APRES CHUTE DE BLOCS SUR INFRASTRUCTURES LINEAIRES – UN OUTIL DE CAPITALISATION POUR LES MAITRES D'OUVRAGES

## FEEDBACKS POST ROCKFALL ON LINEAR INFRASTRUCTURE: A TOOL FOR ASSET MANAGERS

Belut Florence<sup>1\*</sup>, Bérenger Nathalie<sup>2</sup>, Colas Bastien<sup>3</sup>, Lorentz Julien<sup>4</sup>, Lescurier Anne<sup>5</sup>, Le Bidan Valentin<sup>6</sup>,...

<sup>1</sup> SNCF Réseau, Paris, France

<sup>2</sup> Cerema, Aix-en-Provence, France

<sup>3</sup> BRGM, Montpellier, France

<sup>4</sup> Géolithe, Grenoble, France

<sup>5</sup> Conseil Départemental Savoie, Chambéry, France

<sup>6</sup> Conseil Départemental Isère, Grenoble, France

**RÉSUMÉ** – Dans le cadre du projet national C2ROP, un groupe de travail réunissant Maîtres d'Ouvrage, universitaires et bureaux d'études, a élaboré, sur la base d'éléments issus de la Sécurité Civile, une méthodologie et un outil de capitalisation des retours d'expériences (REX) sur événements de type chute de blocs et leurs impacts sur les infrastructures linéaires, afin d'améliorer la gestion du risque rocheux.

**ABSTRACT** – In the national research project C2ROP, a working group, between linear infrastructure managers, scholars and engineering consultants, build a method based on Civil Security practices and make a tool to capitalize on the feedback of the partners about rockfalls and their consequences on linear infrastructures, to improve rockfall risk assessment.

## 1 Introduction

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 C2ROP, fin 2016. En effet, les réflexions menées par les Maîtres d'Ouvrages (MOA) partenaires ont montré l'intérêt de développer un outil pratique pour capitaliser et favoriser la pratique du retour d'expérience.

Ainsi, de 2017 à fin 2019, un groupe de travail composé de 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.

## 2 Principes des retours d'expérience

### 2.1 Typologie et objectifs 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 ;

- REX prévention : pilotés par les services des Ministères concernés par l'événement (ou les gestionnaires d'infrastructure par délégation), ils visent à améliorer la prévention du risque.

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, causes, qualification et quantification des impacts et conséquences, existence d'un aléa résiduel...

Il est également possible de distinguer les REX en fonction de leur portée (nationale pour des événements aux conséquences catastrophiques, locale pour tous les autres types d'événements).

Enfin, la temporalité est aussi un critère de classement des REX : on distingue les REX post-événements, réalisés sous quelques mois après la crise, des REX après reconstruction, souvent réalisés après plusieurs années.

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

- de diminuer la vulnérabilité des enjeux ;
- d'améliorer la gouvernance et donc l'organisation des acteurs ;
- d'améliorer la culture du risque et la sensibilisation des acteurs aux bonnes pratiques.

## **2.2 Gestionnaire d'infrastructure linéaire et retour d'expérience**

Un gestionnaire d'infrastructure de transport peut être amené à participer à un REX gestion de crise ou prévention, lorsque celui-ci est organisé par les instances décisionnelles et que son réseau a été impacté, directement ou indirectement.

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 le cas particulier des infrastructures ferroviaires, le processus de retour d'expérience fait partie des obligations du gestionnaire d'infrastructures et constitue un élément à part entière de son système de gestion de la sécurité.

## **2.3 Méthodologie des retours d'expérience**

Un REX utilise les données collectées par différents moyens : réunions et entretiens avec l'ensemble des acteurs, revue des médias, visites de terrain, expertises spécifiques...

Ces données sont nécessaires à l'analyse de l'aléa et de ses conséquences et permettent de connaître les montants financiers associés aux dégâts et réparations. Pour réaliser un bon retour d'expérience, le gestionnaire a tout intérêt à :

- coordonner son action de REX avec celles éventuellement portées par les autres donneurs d'ordre ;
- impliquer tous les acteurs impliqués dans la gestion de l'événement ;
- anticiper l'organisation du REX ;
- mettre en œuvre le REX dans un délai rapproché après l'événement.

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 l'aléa à l'origine de l'événement, dans un souci d'amélioration continue de la connaissance du risque.

### 3 Formalisation proposée pour les chutes de blocs sur infrastructures linéaires

La méthode proposée par le groupe de travail et décrite dans cet article s'inspire largement de la méthode tirée du guide méthodologique « La conduite du retour d'expérience, éléments techniques et opérationnels » (Direction de la Protection Civile et de la Gestion des Crises (DGSCGC), 2006).

Les REX sont classés en trois niveaux, suivant la gravité et la nouveauté de l'événement :

- niveau 1 : événement géré au niveau local, en interne, par le service responsable ;
- niveau 2 : événement dont la gestion a nécessité des interactions avec l'extérieur mais dont la gestion reste assurée par le service responsable ;
- niveau 3 : événement dont la gestion a nécessité l'intervention des services de sécurité civile et sur lequel les procédures internes ne peuvent être appliquées.

De plus, 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.

#### 3.1 Définition des niveaux de retour d'expérience

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 (dommages humains, impacts sur le fonctionnement du territoire desservi...).

Certains critères sont plus impactants que d'autres pour cette qualification. Si certains semblent faciles à comparer entre eux, il est beaucoup plus difficile de hiérarchiser l'ensemble des critères (Miller, 1994).

Une méthode permettant une analyse multi-critères a donc été élaborée, en se basant sur des techniques de comparaisons des critères deux à deux (Saaty, 1980 et Carlados, 2017). Cette méthode est décrite dans les paragraphes suivants.

##### 3.1.1 Définition de familles de critères de gravité d'un événement

Pour faciliter la comparaison entre critères, il a été décidé de les regrouper dans des familles, de les hiérarchiser entre eux au sein de chaque famille, puis de hiérarchiser ces familles entre elles (tableau 1).

Tableau 1 : Liste des critères de gravité regroupés par familles

FAMILLE	CRITERES
DOMMAGES DIRECTS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dommages humains</li> <li>- Dommages matériels (infrastructures)</li> <li>- Dommages sur matériels roulants</li> </ul>
VULNERABILITE DES ENJEUX	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vulnérabilité économique des territoires</li> <li>- Vulnérabilité fonctionnelle du réseau</li> </ul>
GESTION DE L'EVENEMENT / CRISE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion de l'événement</li> <li>- Médiatisation</li> <li>- Délai de retour à un fonctionnement (normal ou dégradé)</li> </ul>
NATURE DE L'EVENEMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nouveauté</li> <li>- Spatialisation</li> <li>- Intensité</li> <li>- Risque résiduel</li> </ul>

### 3.1.2 Définition de critères descriptifs au sein de chaque famille de critères

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

- nombre de victimes décédées ;
- nombre de victimes blessées gravement ;
- nombre de victimes blessées légèrement.

### 3.1.3 Définition d'indicateurs chiffrés pour chaque niveau de REX

Pour chacun des critères descriptifs, il a été défini des indicateurs chiffrés pour chaque niveau de REX. Par exemple, pour les dommages humains, un événement est de niveau 1 (petit événement) s'il n'y a aucune victime décédée, aucune victime blessée gravement et jusqu'à un maximum de 5 victimes blessées légèrement. A l'inverse, il est de niveau 3 à partir d'une victime décédée et/ou 5 blessés graves et/ou plus de dix blessés légers.

### 3.1.4 Pondération des familles et des critères

Cette phase, avec l'apport méthodologique du BRGM et des discussions au sein du groupe, a permis de définir les pondérations.

Le principe est de valoriser la méthode dite AHP (Analyse Hiérarchique des Procédés, Saaty, 1980, méthode critère-estimateur-solution, Tacnet 2009). 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 (tableau 2).

Tableau 2 : Définition des pondérations entre critères

DEGRES D'IMPORTANCE	DEFINITIONS	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

Suivant cette méthode, chaque famille a été comparée par rapport aux trois autres et une pondération lui a été appliquée, faisant ressortir l'importance relative de chacune. Cette pondération a conduit au classement suivant présenté dans le tableau 3.

Tableau 3 : Pondération entre famille de critères

FAMILLE	POIDS
DOMMAGES DIRECTS	0.38
VULNERABILITE DES ENJEUX	0.25
GESTION DE L'EVENEMENT / CRISE	0.25
NATURE DE L'EVENEMENT	0.12

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.

Tableau 4 : Poids relatifs des critères dans la famille "Dommages directs"

CRITERES	POIDS
DOMMAGES HUMAINS	0.87
DOMMAGES MATERIELS SUR INFRASTRUCTURE	0.25
DOMMAGES AUX MATERIELS ROULANTS	0.25

### 3.1.5 Combinaison des pondérations familles et critères

La combinaison des deux classes de critères (famille *Cl* et descriptifs *gi*) permet de calculer la pondération finale associée à chaque critère dans l'analyse globale d'événement.

Au sein des familles, on note la très forte prédominance des critères liés aux dommages humains (33% de la notation finale envisagée) et de ceux liés à la vulnérabilité structurelle du territoire (21%), ce qui reflète bien la sensibilité des MOA.

Tableau 5 : Poids relatifs des différents critères

Critère de famille		Critères descriptifs		Pondération	
C1	Dommages directs	g11	Dommages humains	Cl1 x g11	0.33
		g12	Dommages matériels sur l'infrastructure et/ou ouvrages de protection associés	Cl1 x g12	0.03
		g13	Dommages sur les matériels roulants	Cl1 x g13	0.02
C2	Dommages indirects	g21	Vulnérabilité structurelle du territoire	Cl2 x g21	0.21
		g22	Vulnérabilité fonctionnelle du réseau	Cl2 x g22	0.04
C3	Gestion	g31	Gestion de crise	Cl3 x g31	0.12
		g32	Médiatisation	Cl3 x g32	0.08
		g33	Délai de retour à un fonctionnement normal ou dégradé	Cl3 x g33	0.06
C3	Evenement	g41	Nouveauté de l'évènement	Cl4 x g41	0.07
		g42	Spatialisation de l'évènement (multi-occurrence)	Cl4 x g42	0.03
		g43	Intensité	Cl4 x g43	0.01
		g44	Aléa résiduel	Cl4 x g44	0.01

### 3.2 Consolidation des notations

Afin de s'affranchir de biais relatifs à l'importance des notations initiales (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. Les gestionnaires partenaires 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. En parallèle, chaque MOA avait donné, avant notation, son niveau de rex pressenti.

Après avoir testé la méthode sur une vingtaine de cas et comparé la note obtenue et le niveau de rex pressenti par les MOA (figure 1), 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 ≥ 0,2 et < 0,5 ;
- REX de niveau 3 = note normalisée ≥ 0,5.

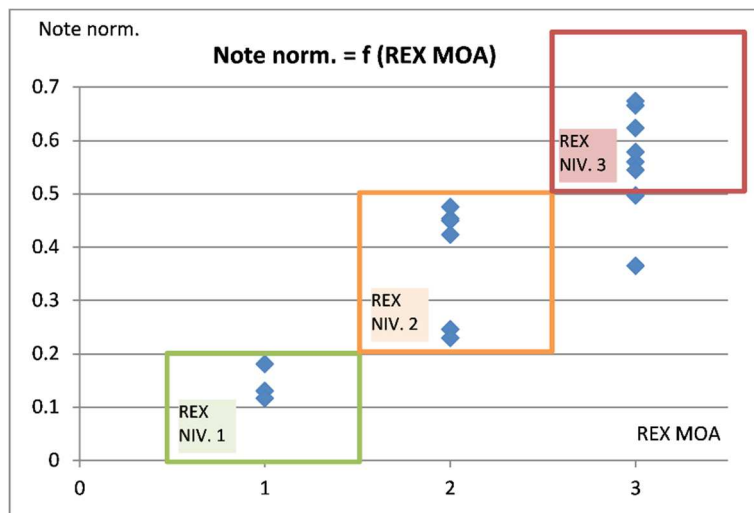


Figure 1. Comparaison note pondérée et niveau de rex ressenti

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 pour justifier de l'exigence de tel ou tel niveau de REX et ce, indépendamment des sensibilités des opérateurs. Cette approche tend à garantir une certaine homogénéité des futurs REX, quels que soient les événements évalués.

### **3.3 Contenu des REX selon leur niveau**

#### **3.3.1 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.

Concernant les supports de formalisation d'un REX de niveau 1 :

- la capitalisation se fait au moyen d'une fiche générique simple, renvoyant sur une fiche d'intervention pour les compléments ;
- cette fiche comporte à minima les éléments décrivant l'événement et permettant d'évaluer le niveau de rex nécessaire ;
- la forme de cette fiche permet la réalisation de bilans.

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.

#### **3.3.2 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 service responsable, avec application de procédures internes et une médiatisation restant locale.

Les enseignements de ce type d'événement nécessitent une analyse plus poussée de l'événement et de sa prise en charge.

Concernant les supports de formalisation, la capitalisation se fait 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. Il faut pour cela analyser les différentes dimensions de l'événement :

- technique (typologie réelle/attendue, fonctionnement des ouvrages de protection réel/prévu...) ;
- organisationnelle (règles et procédures existantes, répartition des tâches prévue/réelle, gestion de crise, anticipation, dysfonctionnements observés...) ;
- humaine (caractéristiques du poste, des tâches prévues/réelles, comportement humain [implication, stress, soutien hiérarchique...], problèmes de compréhension, etc.) ;
- environnementale (contraintes externes telles que conditions météo, sociologiques, industrielles, médiatisation, comportements tiers ...).

Les acteurs concernés doivent être intégrés au processus de retour d'expérience, afin de rechercher collectivement les solutions d'amélioration et de proposer des actions utiles.

Dans l'esprit, la démarche suivante décrit les actions à mettre en place selon la gestion de l'événement :

- si bonne gestion d'un événement prévu et anticipé, capitalisation de l'événement ;

- si bonne gestion d'un événement non prévu ni anticipé, capitalisation de l'événement, élaboration (ou révision) de procédures d'intervention intégrant les actions qui ont bien fonctionné ;
- si mauvaise gestion (événement anticipé ou non), capitalisation de l'événement et proposition d'actions d'amélioration.

### 3.3.3 REX de niveau 3

Le REX de niveau 3 concerne un événement « catastrophique ». L'analyse de l'événement nécessite un travail conséquent et implique des acteurs externes au cercle de responsabilité ou d'influence du MOA. Il est de ce fait généralement porté par une instance décisionnelle supérieure. 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.

## 4 Outil de capitalisation des REX d'événements sur infrastructures de transport

Un tableur informatique a été développé en interne au groupe de travail, il permet un calcul automatique d'un niveau de REX attaché à l'événement en fonction des données rentrées par l'opérateur. La note est suggérée, le gestionnaire reste libre ensuite de saisir le niveau de REX ressenti.

Cet outil permet d'atteindre les objectifs fixés par le groupe de travail : définition d'un niveau de REX, production de fiches descriptives et de REX des événements, production de bilans.

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 (figure 2) ainsi que des fiches de REX (figure3).


Fiche d'événement n° XXXX		DOMMAGES / IMPACTS LIES A L' EVENEMENT	
RD12 PR8+600 <b>CHUTE DE BLOC</b> AILLON-LE-VIEUX 17/12/2018		Humains : NON Néant Matériels : NON Infrastructure : Infrastructure très impactée : chaussée, parapets Couit direct: Montant de réparation de l'infrastructure compris entre 0 et OUI Ouvrages protection: dégradé Couit direct: Montant de réparation de l'ouvrage de protection compris NON Matériels roulants: Néant Fonctionnels : NON Trafic: Route coupée, déviation via RD236 NON Pertes éco. indirectes : Accès aux stations coupé	
<b>RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS</b> Service concerné (unité, antenne...) Nom_Service Auteur REX Nom_auteurREX		Autre commentaire: XXXXXXXXXXXX (texte libre)	
<b>SIGNALLEMENT DE L'EVENEMENT</b> Source signallement INTERNE Date de signallement 16/12/2018 Origine signallement XXXXX Date de l'événement 17/12/2018		<b>GESTION DE L'EVENEMENT</b> Expertise : BE EXTERNE Identification : SAGE Date expertise : 18/12/2018 Ref. rapport / N XXXX	
<b>INFRASTRUCTURE CONCERNEE</b> Identification infrastructure RD12 PR 8+600 Commune AILLON-LE-VIEUX Classe de trafic 1500 veh./j < 1000 veh/jour Importance réseau Faible Accessibilité Difficile, déviation possible		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. Vu > 1 m3 / Vt > 10 m³	
<b>CARACTERISATION PHYSIQUE DE L'EVENEMENT</b> 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 <sub>max</sub> 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 (m³) 25 Volume unitaire max. (m³) 2 Volume total sur infra. (m³) 5 Vol. unitaire max. sur infra (m³) 1 Photographie(s) de l'événement 		Décisions techniques: Remorquage véhicule / déblaiement / purges manuelles couloir / refection chaussée Gestion de trafic: Mise en place alternat Travaux d'urgence: Purge et pose de blocs béton Travaux définitifs: Ancrages Gestion de l'information: 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 événement (k€): Déblaiement + purges + nouveaux ouvrages : env. 10 k€ 10	
Ouvrage de protection NON Type Aucun Fonctionnement d'ouvrage Capacité de l'ouvrage de protection ponctuellement dépassée de protection: 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		NIVEAU DE REX SUGGERE : 2 NOTE NORMALISEE 0,31 NIVEAU DE REX RETENU : 1	

Figure 2. Exemple de fiche événement

SAVOIE DÉPARTEMENT		REX EVENEMENT NIVEAU 1	
		RD12 PR8+600 CHUTE DE BLOC	AILLON-LE-VIEUX 17/12/2018
<b>REX / PROBLEMATIQUES SOULEVEES</b>			
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
<b>Gestion événement / crise efficiente ?</b>			OUI
<b>Gestion événement / crise efficiente</b>	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
<b>DETAIL DES ACTIONS POSITIVES</b>			
<b>PLAN D'ACTIONS A DEFINIR EN FONCTION DES PROBLEMATIQUES SOULEVEES</b>			
<b>Actions</b>		<b>Responsable</b>	<b>Echéancier</b>
Capitalisation inventaire => BDD événement du CD		Xxxxxx	03/2019
Suivi d'évolution et action si nouvel événement sur secteur		Xxxxxx	12/2023

Figure 3. Exemple de fiche de rex de niveau 1

## 5 Conclusions

La méthodologie présentée a été éprouvée à partir de retours d'expériences fournis par les Maitres d'Ouvrages soit une trentaine de cas. Trois niveaux de REX sont ainsi proposés selon l'ampleur de l'événement avec, pour chacun, un contenu adapté.

Le guide méthodologique, l'outil de capitalisation et les fiches type, constituent une partie des livrables du projet national C2ROP et seront mis à disposition prochainement. Ils aideront les MOA à capitaliser leurs événements et à réaliser les retours d'expérience nécessaires à l'amélioration de la gestion du risque rocheux. A noter que la méthodologie d'analyse multicritère, résumée dans cet article, sera entièrement détaillée dans ce guide. Enfin, la méthode employée dans le cadre de ce groupe de travail pourrait être étendue aux autres types de mouvements gravitaires touchant les infrastructures linéaires.

## 6 Références bibliographiques

- 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
- 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, 120 p.
- 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.
- 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.