



RSS 2016 – C2ROP AN OVERVIEW OF EDF RECENT PROTECTIVE WORKS AGAINST ROCKFALLS WITH A FOCUS ON THE RISK

Patrick DIVOUX
Alexandre MAS

14/11/2016

SOMMAIRE

- 1. INTRODUCTION**
- 2. ORGANISATION – MÉTHODE**
UNE OPÉRATION A EDF
LE DÉROULEMENT DES TRAVAUX DE SÉCURISATION
ATOUPS
- 3. EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES**
FONDAMENTAUX
EXEMPLE
ATOUPS
- 4. APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF**
- 5. MESSAGE**



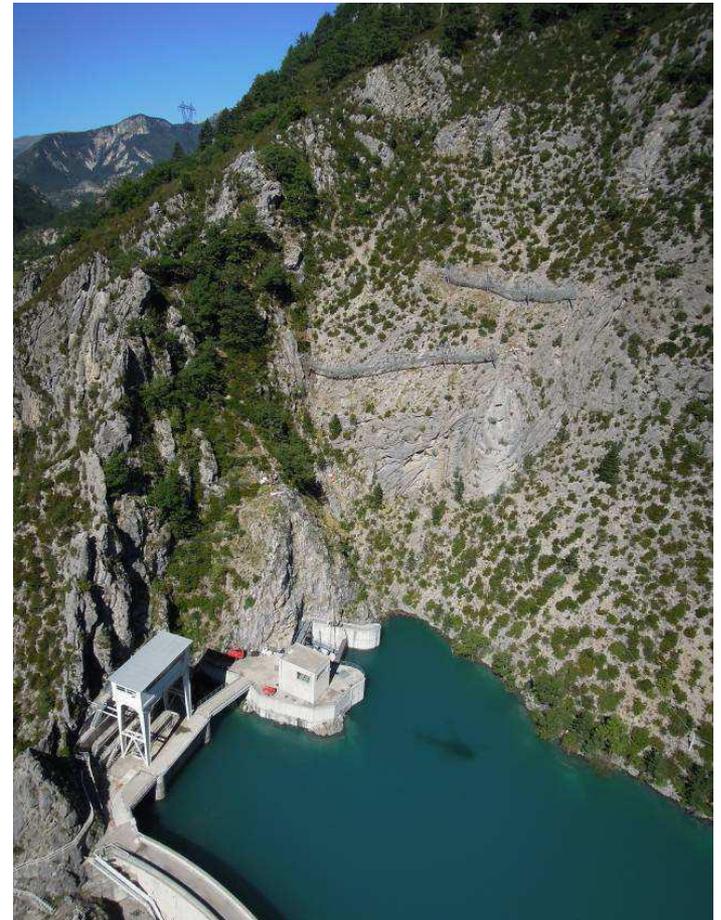
INTRODUCTION

EDF a mené de grands chantiers de sécurisation au cours des 5 dernières années.



INTRODUCTION

- **Ouvrages de production d'hydroélectricité**
 - Ce sont des ouvrages sensibles
 - Caractérisés par la montagne, les gorges, les falaises, les pentes, ...
- **Protections contre les chutes de blocs**
 - Elles sont nombreuses
 - Nécessaires pour les phases de travaux et/ou d'exploitation
 - Pour assurer l'accès au ouvrage avec un risque résiduel maîtrisé



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION
2. **ORGANISATION – MÉTHODE**
UNE OPÉRATION A EDF
LE DÉROULEMENT DES TRAVAUX DE SÉCURISATION
ATOUS
3. EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES
FONDAMENTAUX
EXEMPLE
ATOUS
4. APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF
5. MESSAGE

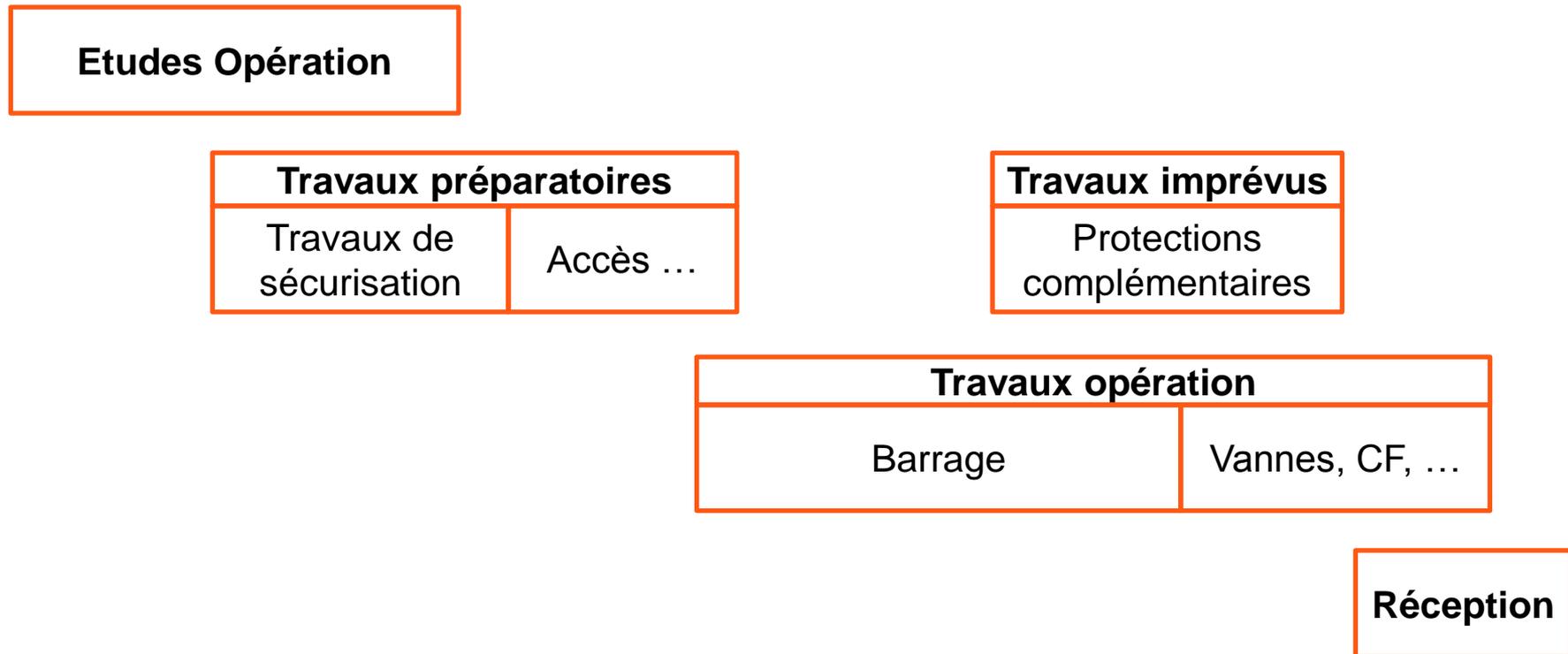


ORGANISATION - MÉTHODE

Le déroulement d'une opération à EDF

Maîtrise d'ouvrage EDF-UP : Groupement d'Usines Hydroélectriques

Maîtrise d'œuvre EDF-CIH : Chargé d'opération



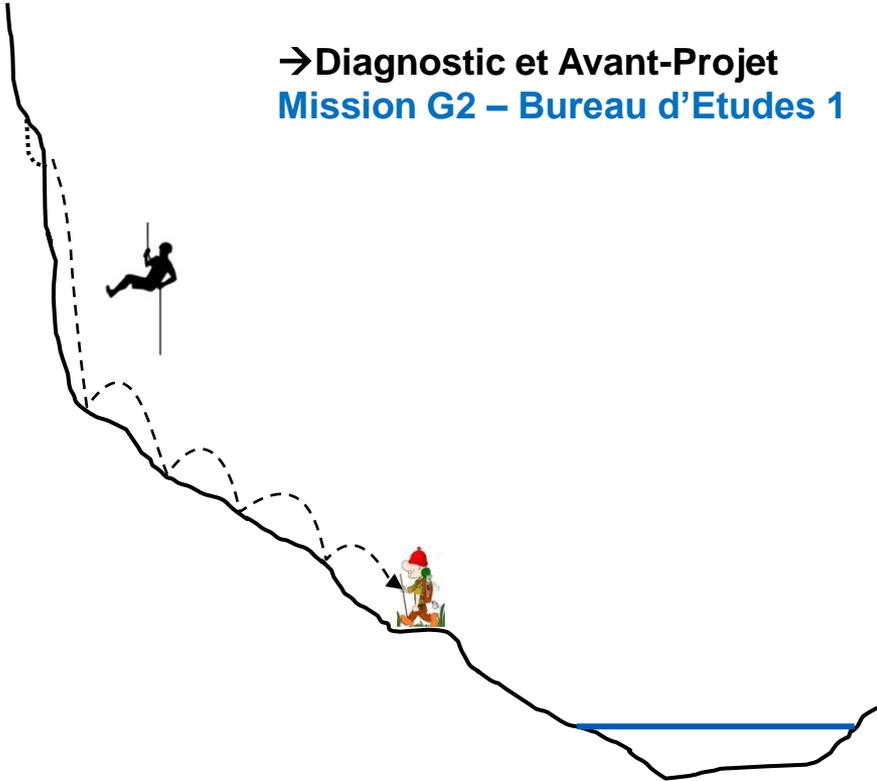
ORGANISATION - MÉTHODE

Le déroulement des travaux de sécurisation

Détection d'un risque potentiel de chute de blocs

→ Cadre réglementaire suivi par EDF
Norme NF P 94 500 – Missions géotechniques

→ Diagnostic et Avant-Projet
Mission G2 – Bureau d'Etudes 1



ORGANISATION - MÉTHODE

Diagnostic et Avant-Projet – Mission G2



Fiche n° :	1	Photo n° :	230	Enjeux :	Route d'accès
Descript° instabilité	Nature : Bloc rocheux				
	Dimens° : (h*L*e)	0,8	1	0,6	P. forme : 0,9
	Fissurat° (inc/ouv) :	fissure arrière verticale et ouverte repose sur un plan basal fissuré et incliné à 20°			
	Moteur instab. :	gravité	gel	départ en pied	
Param. risque	Délais d'occu. =	CT	Proba. d'occu. =	D	Proba. propa. = Fo
Travaux	1 ancrages ø25 de 2m1				

n°	Hauteur moyenne	Largeur moyenne	Epaisseur moyenne	Volume	Mécanisme d'évolution	Inclinaison diaclase arrière	Principe de parade
C02	2.0 m	4.0 m	0.6 m	4.0 m³	Glissement	80 °	Purge manuelle

- Repérage des compartiments instables : description, volume, type de rupture, facteurs déclenchant, probabilité et délai
- Levés topographiques
- Etat des protections existante

ORGANISATION - MÉTHODE

Le déroulement des travaux de sécurisation

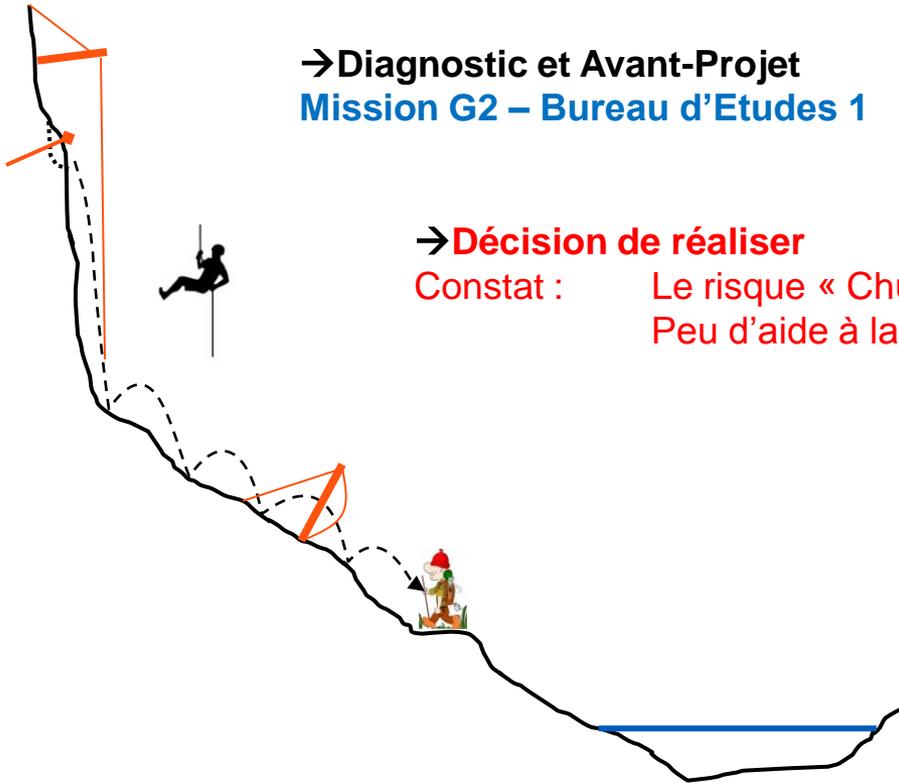
Détection d'un risque potentiel de chute de blocs

→ Cadre réglementaire suivi par EDF
Norme NF P 94 500 – Missions géotechniques

→ Diagnostic et Avant-Projet
Mission G2 – Bureau d'Etudes 1

→ **Décision de réaliser**

Constat : Le risque « Chute de blocs » est mortel.
Peu d'aide à la décision.



ORGANISATION - MÉTHODE

Décision de réaliser

Grille de justification probabiliste

Aléa de propagation par trajectographie	Probabilité d'atteinte
Négligeable	Soit supérieur à 10^{-6}
Faible	Comprise entre 10^{-4} et 10^{-6}
Moyen	Comprise entre 10^{-2} et 10^{-4}
Elevé	Soit inférieur à 10^{-2}

« l'objectif habituel est d'obtenir en arrière de l'ouvrage un aléa de propagation résultant de faible à très faible »

« Nous avons considéré la vulnérabilité comme modérée pour tous les éléments inférieurs à une centaine de litre et importante au-delà »

DEGRE DE DANGEROUSITE	DESCRIPTION DU DANGER D'INSTABILITE
Moyen	tous les facteurs déterminants une instabilité sont accessibles ; n-1 facteurs sont répertoriés, le facteur manquant pouvant apparaître au cours du temps (M)
Dangereux	tous les facteurs déterminants une instabilité sont reconnus sur le site mais l'intensité d'un ou plusieurs facteurs est faible (D)
Très dangereux	tous les facteurs déterminants une instabilité sont reconnus sur le site avec des intensités fortes et une forte possibilité d'apparition (TD)
DELAI D'OCCURENCE	DESCRIPTION DU DELAI ESTIME D'APPARITION DE L'EVENEMENT
Moyen terme	de l'ordre de 30 ans (Mt)
Court terme	de l'ordre de 10 ans (Ct)
Très court terme	de 2 à 3 ans (TCt)
Permanent	Annuel (P)

Description de l'aléa

ORGANISATION - MÉTHODE

Le déroulement des travaux de sécurisation

Détection d'un risque potentiel de chute de blocs

→ Cadre réglementaire suivi par EDF (REX accident 2010)
Norme NF P 94 500 – Missions géotechniques

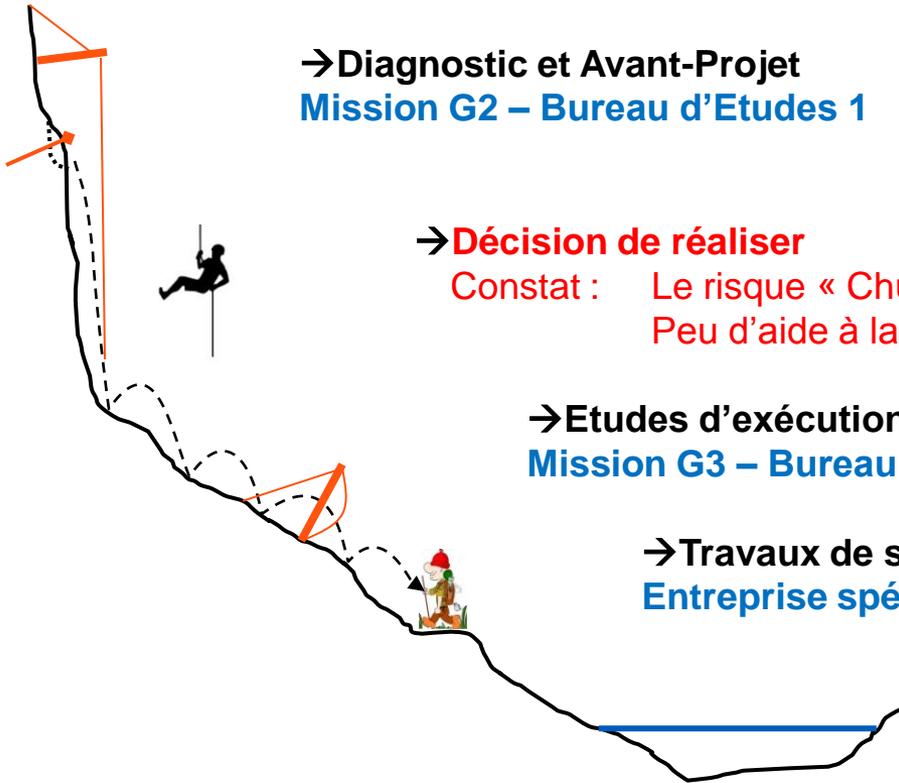
→ Diagnostic et Avant-Projet
Mission G2 – Bureau d'Etudes 1

→ **Décision de réaliser**

Constat : Le risque « Chute de blocs » est mortel.
Peu d'aide à la décision.

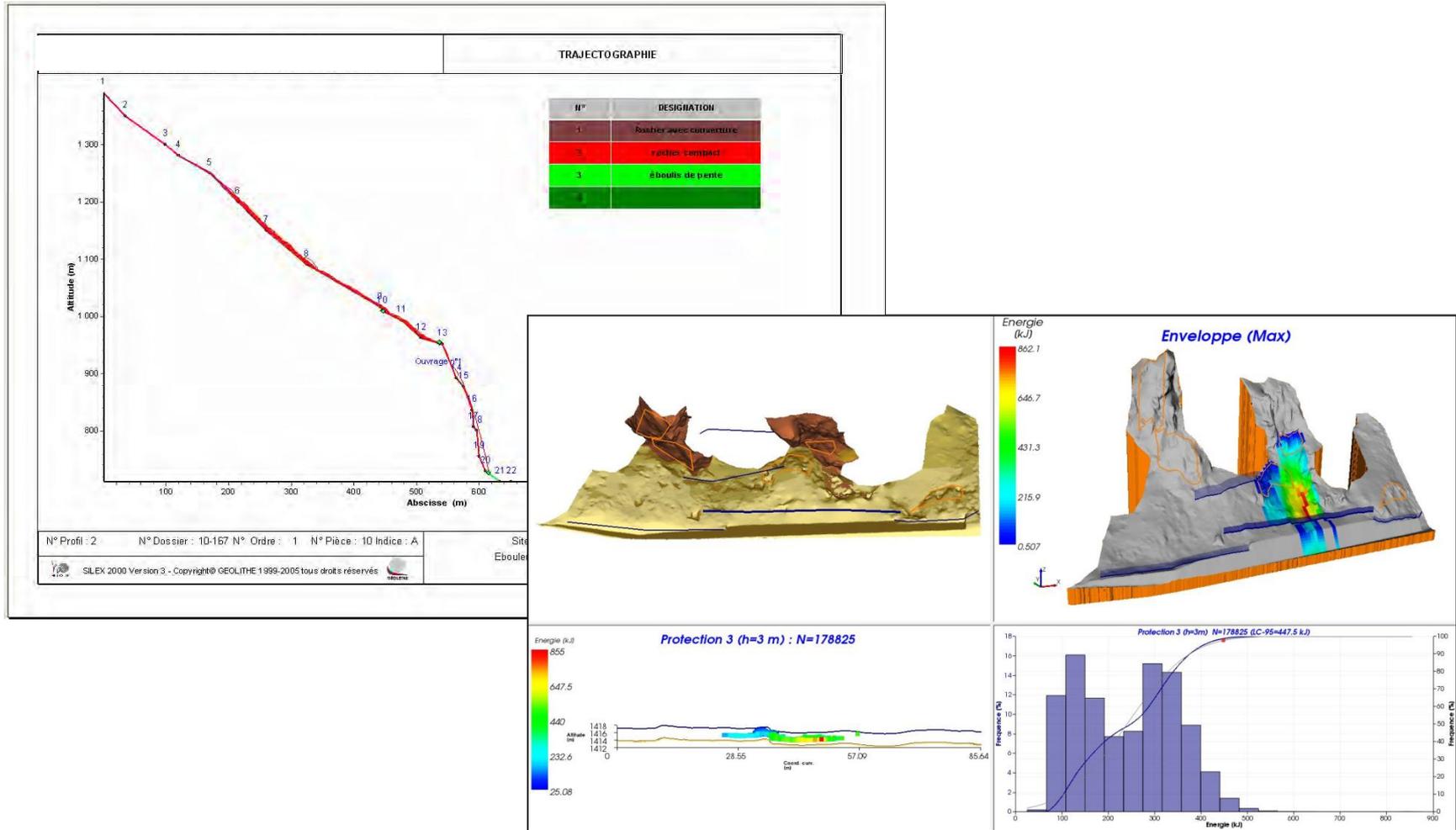
→ Etudes d'exécution
Mission G3 – Bureau d'Etudes 2

→ Travaux de sécurisation
Entreprise spécialisée



ORGANISATION - MÉTHODE

Dimensionnement des parades – Mission G3



ORGANISATION - MÉTHODE

Dimensionnement des parades – Mission G3

JUSTIFICATION CONFORTEMENT PAR GRILLAGE & ANCRAGES PASSIFS

Référence administrative

Dossier n° : C15FAL095 Hydrokarst
 Chantier : Travaux de confortement
 Commune : Brommat (12)
 Maître d'Ouvrage : EDF

Référence topographique :

Secteur n° : Barrage de Labarthe
 Elément : 23
 Repérage photo :



Caractéristiques de l'élément à retenir et du sol support :

terrain d'ancrage :
 estimation du frottement latéral par :
 expérience locale

qs retenu (pondéré) : 600,0 kPa
 Nature : rocher altéré

qs expérience du chargé d'affaire : 600 kPa
 (à valider obligatoirement à posteriori par essais)

géométrie du compartiment instable

Hauteur - H : 1 m
 Largeur - L : 1,5 m
 Epaisseur - e : 0,8 m
 (moyenne)
 Volume - V : 1,2 m³

coef de forme : 1

interface bloc/sol support

Inclinaison du plan de rupture - i : 60 °
 remplissage de la discontinuité : rocher/rocher
 Angle de frottement sur plan de glissement - φ' : 35 °
 reprise par frottement : 70 % du poids appliqué

densité du compartiment instable :
 Nature : granite
 Poids volumique - γd : 26 kN/m³

Coefficients de sécurité / pondération

Sur angle de frottement - kφ	1,20	[1+2+5]
Sur poids volumique - ky	1,05	[1+2+5]
Sur méthode - km	1,20	[1+2+3+5]
Sur acier de l'ancrage - kan	1,15	[1+2+3+5]
Sur frottement latéral moyen	1,00	[5]
Sur frottement latéral minimum	1,00	[5]

Calculs des efforts RESISTANTS

Cisaillements résistants - Cr
 $Q_t \times \tan(\varphi)$: 10 kN

Contribution barre - Cb
 Nombre d'ancrage - n : 1
 Nature : pleine "standard" GEWI
 Type de Barre : GEWI25
 Corrosion sur Øext (2 x e) : 4 mm
 Ø ext barre : 25 mm
 Ø int barre : / mm
 Nuance Fe - E : 500 Mpa

limite élastique barre - Feg : 245 kN
 1/2 limite élastique - Feg2 : 123 kN
 1/2 lim. él. corrodée - Feg3 : 87 kN
 cb = Feg3 / kan : 75 kN
 Cb = Σcb = cb x n : 75 kN

vérification de la longueur de scellement :

diamètre forage minimum
 enrobage 32=2x 16mm : 57 mm
 Critère Suisse (1,5Ø) : 38 mm
 diamètre forage retenu : 57 mm

Calcul 1 : Approche EC2 interface barre/coulis
 Diamètre barre : 25 mm
 Type de coulis : Ciment CEM52,5 I PMES
 Résistance coulis retenue Rck : 30Mpa
 Ls(m) = k x Øbarre : 0,98 m

Calcul 2 : Approche fasciole 62 (qs)
 nature de l'encaissant : rocher altéré
 qs interface sol/clou : 600,0 kPa
 Diamètre forage B : 57 mm
 Effort à conforter : 28,4 kN
 Longueur de Scellement Ls = T1 / (qs/1,4 x π x B) : 0,26 m

vérification sismique EC8 * http://macommune.prim.net

commune de référence d'étude : Brommat
 zonage sismique 01/05/12 : 2 - faible
 accélération agr : 0,7 m/s²
 catégorie d'importance : I à valider MOA
 signification : ne menace pas le domaine public
 coefficient d'importance γ1 : 0,8
 Classe de sol : A
 Nature de sol : rocher, ou rocher + couverture de moins de 5m
 coefficient de site S : 1

pour Talren
 Accélération EC8 = A = agrγ1xS : 0,56
 Accélér. horizontal hh EC8 = 0,5 A : 0,28 0,028
 Accélér. verticale hv EC8 = 0,5 A : 0,14 0,014

Nombre de clou sans séisme : 1
 Nombre de clou - EC8 : 1
 prise en compte du séisme (non pertinente)

Calculs des efforts MOTEURS

Charge à conforter - Q
 γd x ky x V : 33 kN

Efforts générés :
 Qp = 28 kN moteurs parallèles au plan
 Qt = 16 kN appuyés orthogonalement sur plan

VERIFICATION DU BILAN DES FORCES - CHARGEMENT STATIQUE

Condition F = Coefficient de stabilité
 de stabilité Effort résistants = (Cr+Cb) > coef de méthode x Efforts moteurs

Coefficient de Sécurité	85	>	34	kN
F=(Cb+Cr)/km*Qp	2,49			Confortement vérifié

à titre informatif F' = 2,99 sans coefficient de méthode

récapitulatif

1 GEWI25 ancrés de 1 m au-delà du plan de fracture	
long unitaire estimée (+0,5m)	2,30
longueur unitaire arrondie	2,50
longueur total du confortement	2,50

Index :

Références réglementaires	
[1]	Recommandations Clouère 1991,
[2]	Norme P 94-270 soutènement
[3]	Eurocodes 2, 7 et 8
[4]	Règles parasismique P092
[5]	guide technique des ancrages de Montagne (Cemagref)
[6]	fasciole 62

ORGANISATION - MÉTHODE

Le déroulement des travaux de sécurisation

Détection d'un risque potentiel de chute de blocs

→ Cadre réglementaire suivi par EDF
Norme NF P 94 500 – Missions géotechniques

→ Diagnostic et Avant-Projet
Mission G2 – Bureau d'Etudes 1

→ Engagement de travaux complémentaires

→ Etudes d'exécution complémentaires
Mission G3 – Bureau d'Etudes 2

→ Travaux de sécurisation complémentaires
Entreprise spécialisée

Supervision
géotechnique
Mission G4 – BE3

Avis de
l'administration

Expertises
complémentaires
Mission G5 – BE4

Avis du
coordonateur
SPS

Constats récurrents : Peu d'aide à la décision
Evolution du besoin

Absence d'évaluation quantitative du risque

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION
2. ORGANISATION – MÉTHODE
UNE OPÉRATION A EDF
LE DÉROULEMENT DES TRAVAUX DE SÉCURISATION
ATOUPS
3. EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES
FONDAMENTAUX
EXEMPLE
ATOUPS
4. APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF
5. MESSAGE



EVALUATION QUANTITATIVE DU RISQUE

Fondamentaux

Enjeux → **Valeur de l'enjeux** : Piéton, véhicule, bâtiment, infrastructure,

Value - Unit : Vie, Accident, €

Durée d'analyse : Durée d'un chantier, 1 année courante, ...

Taux d'exposition = Temps d'exposition de l'enjeux pendant la période d'analyse

T_{Exp} - Unit : Ratio

Aléa de départ : Probabilité de départ

p_{Départ} - Unit : Ratio

Aléa de propagation : Probabilité d'atteinte de l'enjeux

p_{Propa} - Unit : Ratio

Vulnérabilité de l'enjeux : Dommage en cas d'atteinte

Vulné - Unit : Ratio

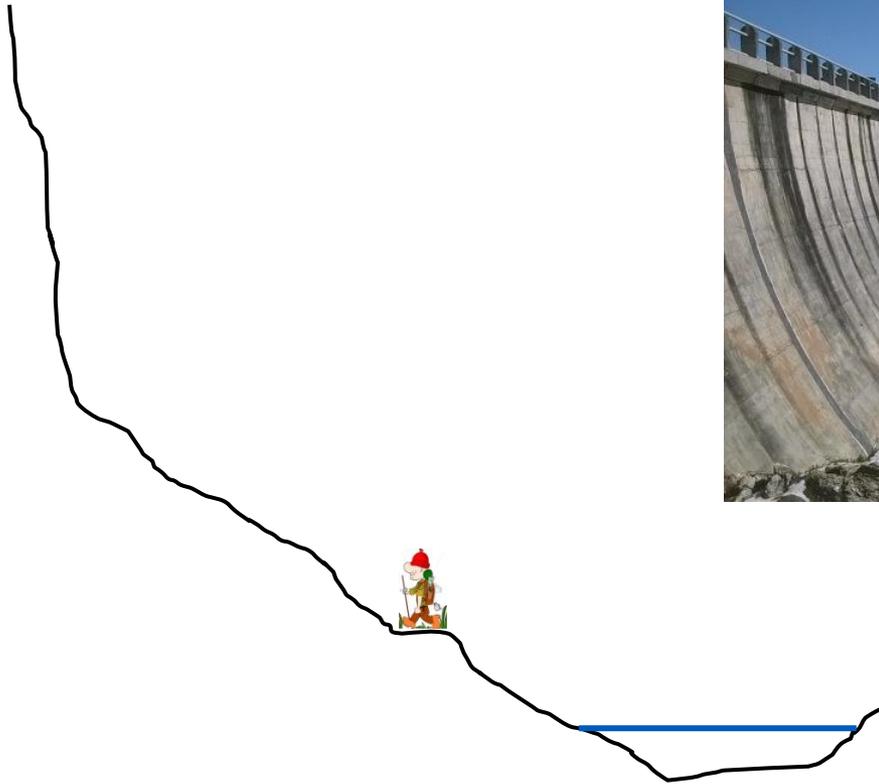
Risque Unit : Vie, Accident, €

Risque = **p_{Départ}** x **p_{Propa}** x **T_{Exp}** x **Vulné** x **Value**

EVALUATION QUANTITATIVE DU RISQUE

Exemple

Un chemin piéton passe dans un talus sous une falaise. La fréquentation est de 10 passages par jour en moyenne. Le chemin est exposé aux chutes de blocs sur une longueur de 200 m.



EVALUATION QUANTITATIVE DU RISQUE

Exemple

Enjeux : La vie (1 Vie) ou la blessure (1 Acc) du piéton

Période d'analyse : 1 année courante

Aléa de départ – Probabilité de départ

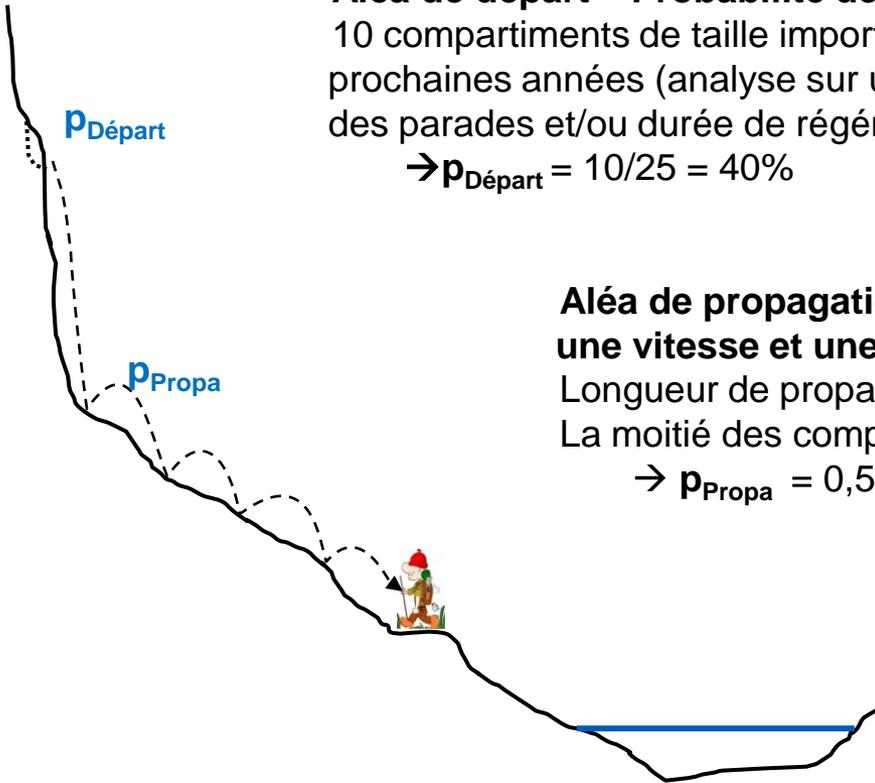
10 compartiments de taille importante $\phi=1,5$ m sont susceptibles de tomber dans les prochaines années (analyse sur une période de 25 ans qui correspond à la durée de vie des parades et/ou durée de régénération des désordres)

$$\rightarrow p_{\text{Départ}} = 10/25 = 40\%$$

Aléa de propagation – Probabilité d'atteinte de la zone d'impact avec une vitesse et une énergie suffisante

Longueur de propagation – Largeur, hauteur et vitesse de passage
La moitié des compartiments traversent le chemin lors de la rupture

$$\rightarrow p_{\text{Propa}} = 0,5 \times 2\text{m}/200\text{m} = 0,5\%$$



EVALUATION QUANTITATIVE DU RISQUE

Exemple

Taux d'Exposition

Vitesse moyenne : 3,6 km/h. Une traversée dure 200 s.

Taux d'exposition : $T_{\text{Expo}} = 10 \text{ passages} \times 200 \text{ s} / 84600 \text{ s} = 2,315\%$

Vulnérabilité en cas d'atteinte de la position du piéton

Le piéton n'a aucune protection. En cas de départ d'un bloc vers le piéton, il peut entendre le bloc et tenter de s'éloigner de la zone de passage.

Considérons, à titre d'exemple que le piéton :

- entend et s'éloigne dans 20% des cas
- est blessé dans 30% des cas → **Vulné = 30%**
- décède dans 50% des cas → **Vulné = 50%**

Risque annuel – Risque = $p_{\text{Départ}} \times p_{\text{Propag}} \times T_{\text{Expo}} \times \text{Vulné} \times \text{Value}$

Risque Accident = $13,9 \cdot 10^{-6}$ Acc/an = **13,9 μ Acc/an**

Risque Vie = $18,5 \cdot 10^{-6}$ Vie/an = **23,2 μ Vie/an**

En moyenne : **1 Accident tous les 72 000 ans**
1 Vie tous les 43 000 ans

EVALUATION QUANTITATIVE DU RISQUE

Exemple

Etudes des parades

Purges, minage, clouage, grillages, écrans, merlons,

Coût :

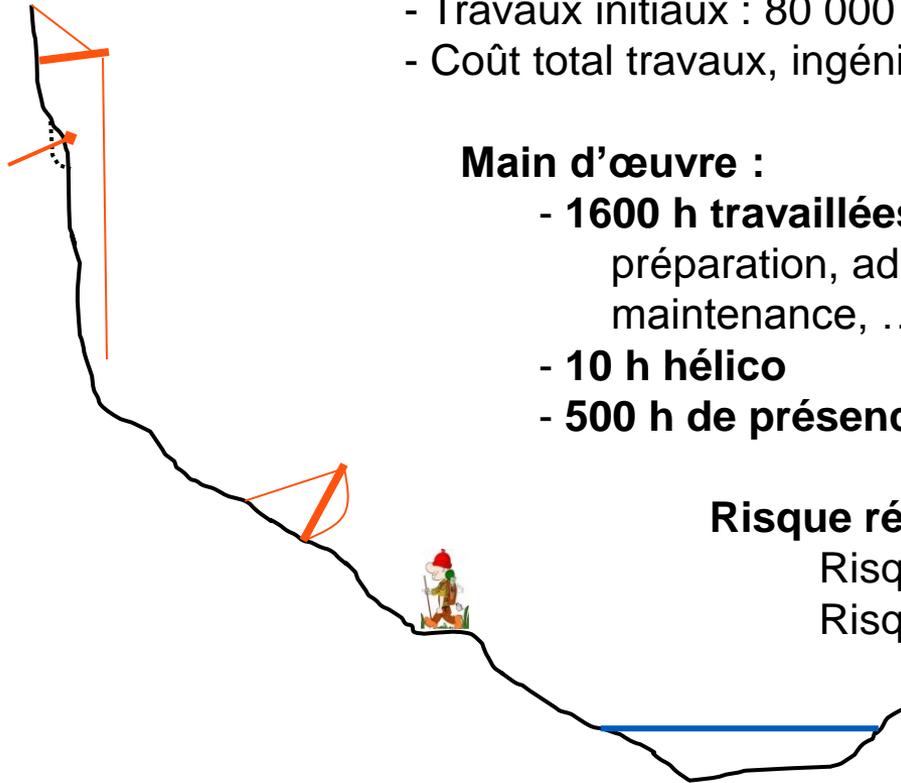
- Travaux initiaux : 80 000 €
- Coût total travaux, ingénierie, maintenance sur 25 ans : **5000 €/an**

Main d'œuvre :

- **1600 h travaillées au total** y compris études, logistique, préparation, administratif, déplacements, surveillance, maintenance, ...
- **10 h hélico**
- **500 h de présence en falaise**

Risque résiduel après travaux :

Risque Vie	=	1 μ Vie/an
Risque Accident	=	1 μ Acc/an



EVALUATION QUANTITATIVE DU RISQUE

Exemple

Analyse n°1 – Approche « économique »

	Avant	Après	Réduction du risque
Risque Vie	23,2 μ Vie/an	1 μ Vie /an	-22,2 μ Vie /an
Risque Acc	13,9 μ Acc/an	1 μ Acc /an	-12,9 μ Acc/an

**Un investissement de 5000 €/an permet de réduire le risque.
Pour notre cas, si les parades sont mises en œuvre,
le montant investi est de $5000/22,2 = 225$ M€ par Vie humaine sauvées.**

En Suisse, l'approche « économique » est généralisée.

L'outil RiskPlan est utilisé.

Les travaux sont jugés rentables et prioritaires si le montant investi pour la protection d'une vie humaine ne dépasse pas **3,5 M€**.

EVALUATION QUANTITATIVE DU RISQUE

Exemple

Analyse n°2 – Comparaison Risque travaux BTP / Risque courant

	Avant	Après	Réduction du risque
Risque Vie	-23,2 μ Vie/an	1 μ Vie /an	-22,2 μ Vie /an
Risque Acc	-13,9 μ Acc/an	1 μ Acc /an	-12,9 μ Acc/an

1600 h de travail au total permettent de réduire le risque, mais la réalisation des travaux est elle-même risquée.

Si l'on considère les statistiques nationales dans le secteur du BTP, en 2013, il y a eu :

- 0,06 μ Vie/heure travaillée (145 décès)
- 42 μ Acc/heure travaillée (Taux de fréquence égal à 42)

Cela signifie que, dans le secteur du BTP, une opération de 1600 h génère les risques suivant :

- Risque Vie = 96,4 μ Vie
- Risque Acc = 67200,0 μ Acc

Ramené sur 25 ans :

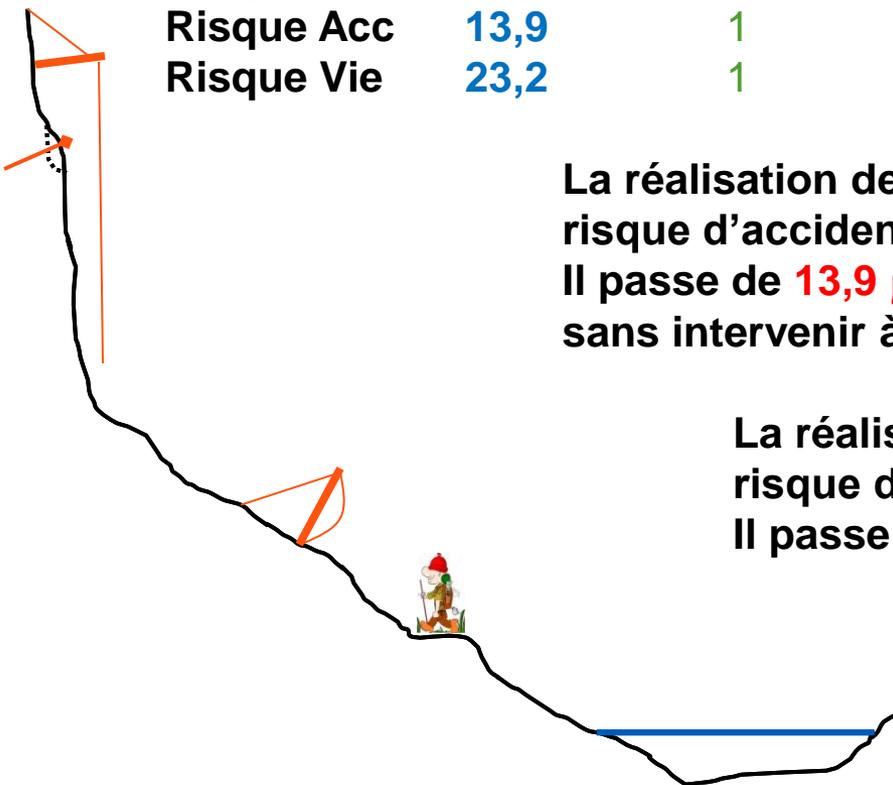
- Risque Vie = 3,8 μ Vie/an
- Risque Acc = 2677,2 μ Acc/an

EVALUATION QUANTITATIVE DU RISQUE

Exemple

Analyse n°3 – Approche intégrant le risque travaux BTP

Risque	Initial	Résiduel	Tvx BTP	Final	Réduction/Augmentation
Risque Acc	13,9	1	2677,2	2678,2	+2664,3 μ Acc/an
Risque Vie	23,2	1	3,8	4,8	-18,4 μ Vie /an



La réalisation des parades augmente significativement le risque d'accident non mortel.
Il passe de **13,9 μ Acc/an** en cas d'utilisation du chemin piéton sans intervenir à **2678,2 μ Acc/an**.

La réalisation des parades permet de diminuer le risque d'accident mortel.
Il passe de **23,2 μ Vie/an** à **4,8 μ Vie/an**.

Réaliser les travaux, c'est réduire le risque Vie mais augmenter considérablement le risque Accident.

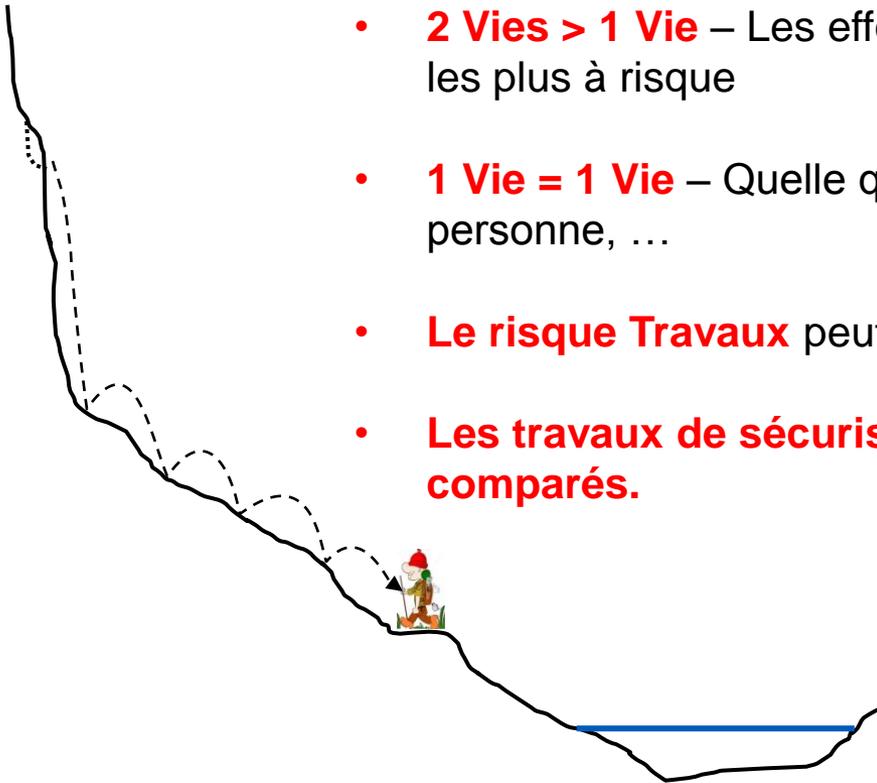
EVALUATION QUANTITATIVE DU RISQUE

Atouts et enseignements

Principaux intérêt de l'évaluation du risque

Avec une approche quantitative :

- **2 Vies > 1 Vie** – Les efforts peuvent être concentrés sur les zones les plus à risque
- **1 Vie = 1 Vie** – Quelle que soit l'entreprise, la réglementation, la personne, ...
- **Le risque Travaux** peut être correctement pris en considération.
- **Les travaux de sécurisation peuvent être valorisés et comparés.**



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION
2. ORGANISATION – MÉTHODE
UNE OPÉRATION A EDF
LE DÉROULEMENT DES TRAVAUX DE SÉCURISATION
ATOUPS
3. EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES
FONDAMENTAUX
EXEMPLE
ATOUPS
4. APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF
5. MESSAGE



APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF

Choix d'un outils – Choix des opérations

- **Travail d'Alexandre MAS, appui du PARN sur les aspects méthodologiques**
- **Adoption d'une méthode d'évaluation quantitative du risque :**
 - **Test de la méthode Suisse (outil RiskPlan),**
- **REX sur 5 opérations terminées :**
 - Travaux d'ampleur variées (coûts, délais, technicité)
 - Enjeux à protéger et problématiques rencontrées variables
 - Présence systématique de blocs avec aléa de rupture élevé à très élevé
 - Méthodologie EDF suivie rigoureusement pour chaque opération
- **Note importante :**
 - Il s'agit d'une approche exploratoire basée sur la méthodologie Suisse avec pour objectif d'évaluer le risque « humain » uniquement dans les différentes affaires menées.
 - La méthodologie Suisse ne prend pas en compte le risque pris par les travailleurs lors de la réalisation des travaux de protection.

APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF

Mise à niveau des données – Traitement de l'aléa

- **Rupture** : passage à une évaluation quantitative avec le relevé des compartiments

- 3 classes de volume V_j
- Utilisation de l'estimation du délai de rupture
- $P(V_j) = \sum_{i=1}^5 \frac{n_i(V_j)}{T_i}$

i	1	2	3	4	5
D_i	P	TCT	CT	MT	LT
T_i (ans)	0,1	2	10	30	60

- **Propagation** :

- En « largeur » : rapport entre largeur enjeu et largeur zone de départ
- En « profondeur » : appui sur trajectographie ou méthode empirique (distance maximale et loi d'arrêt)

APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF

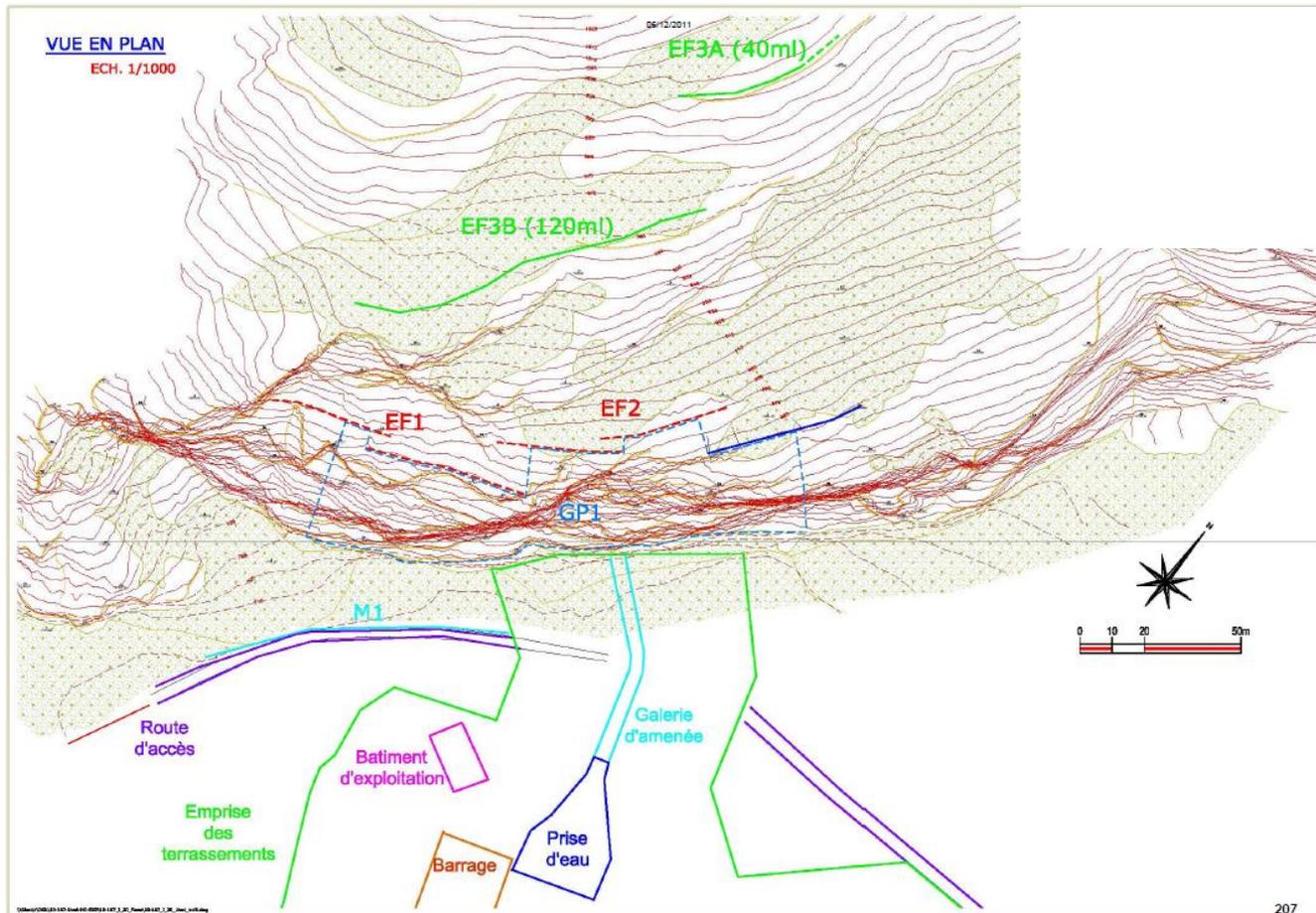
Mise à niveau des données – Temps d'exposition – Vulnérabilité - Valeur

- **Calcul des temps d'exposition pour chaque enjeu dans chaque configuration**
- **Prise en compte des valeurs de référence en Suisse pour les valeurs et la vulnérabilité**

APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF

Types d'opération

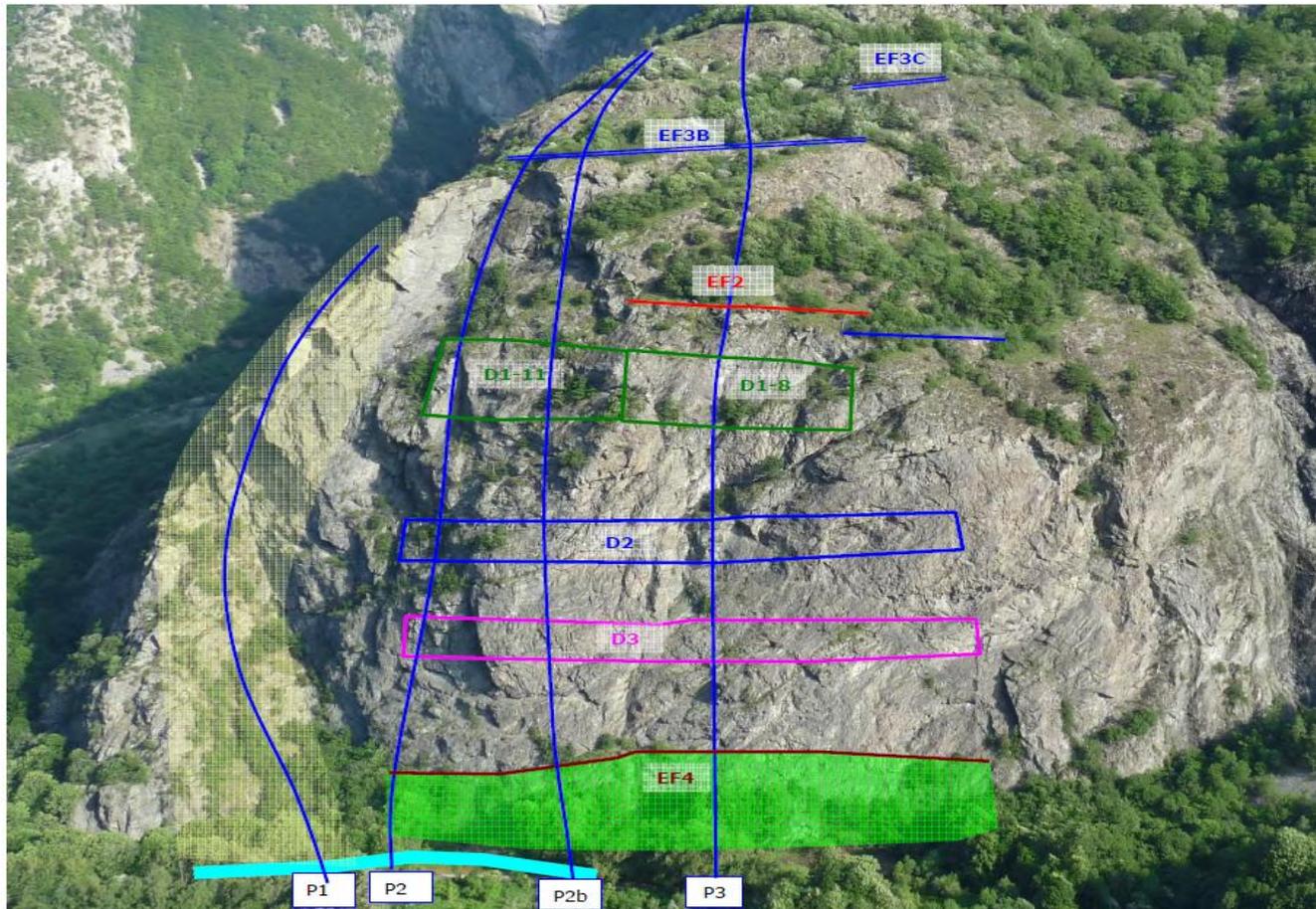
- **Sécurisation d'une entrée de galerie – Vue de dessus 1/3**



APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF

Types d'opération

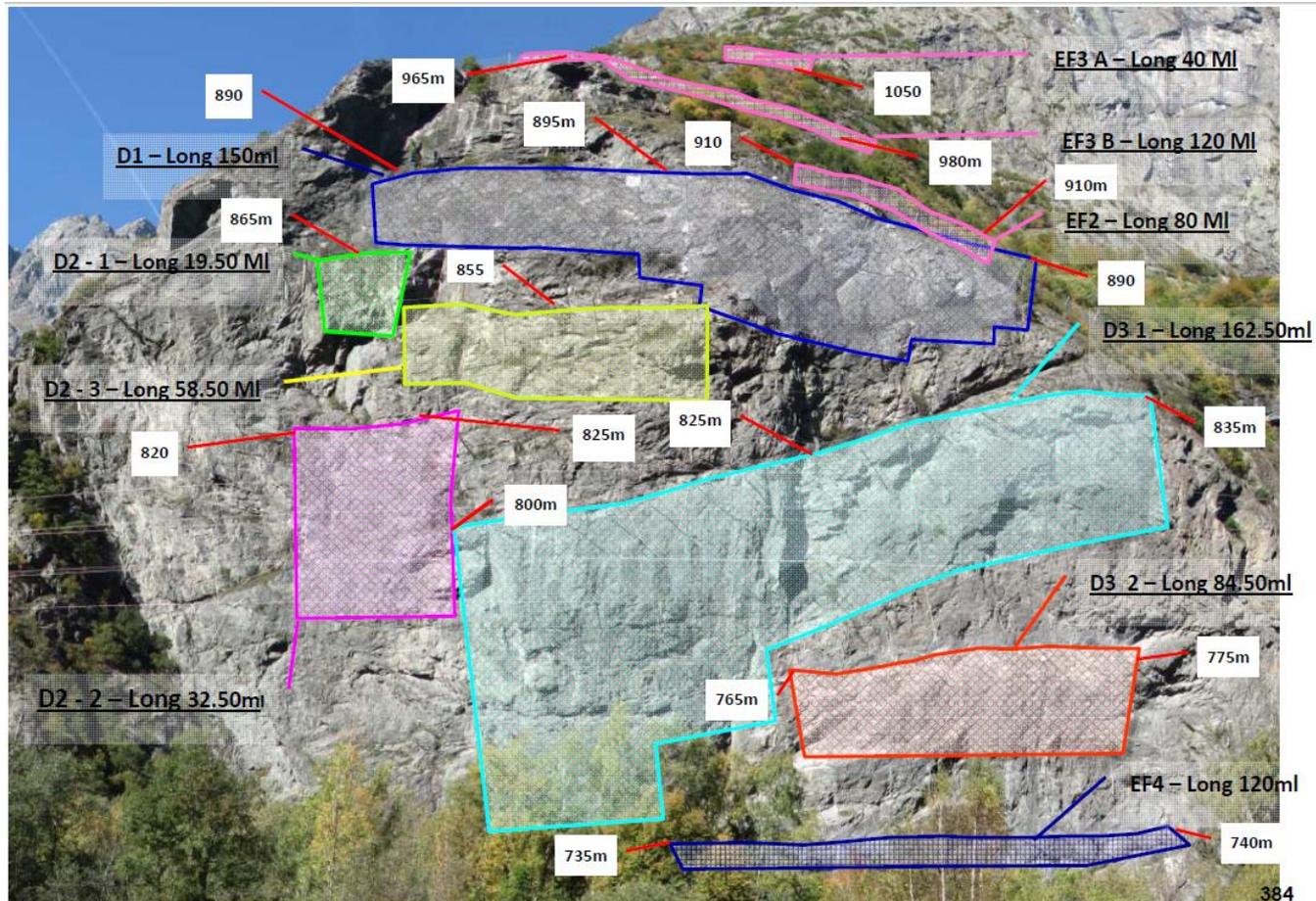
- Sécurisation d'une entrée de galerie – Etude 2/3



APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF

Types d'opération

- Sécurisation d'une entrée de galerie – Travaux réalisés 3/3



APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF

Types d'opération

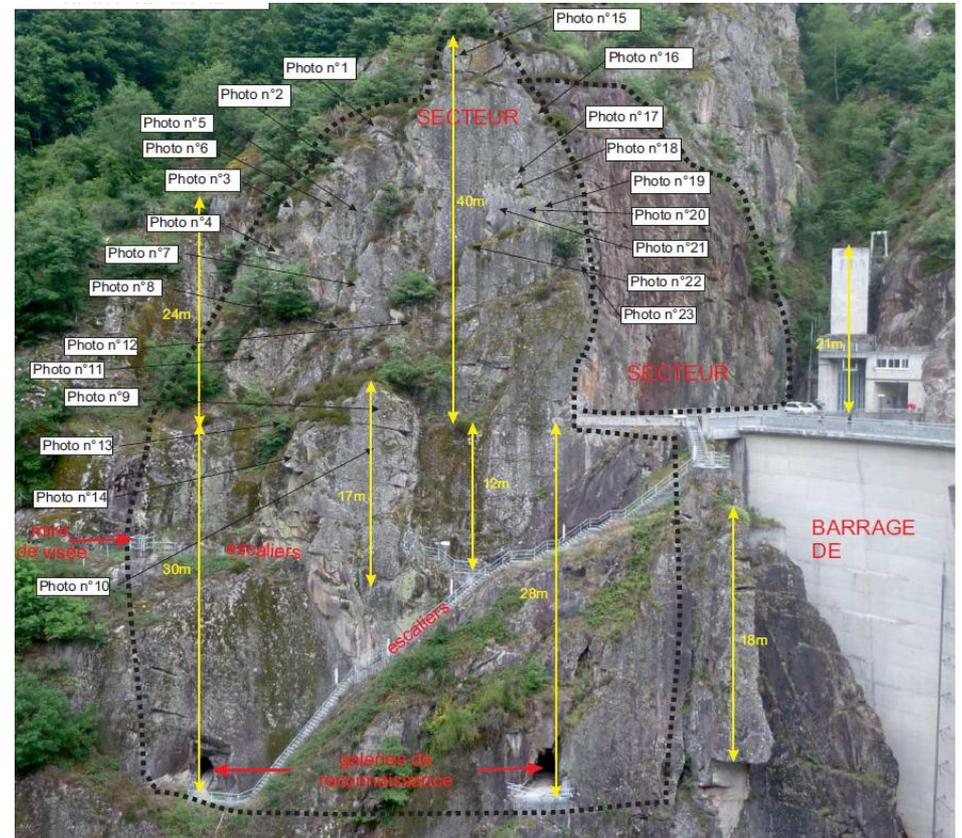
- **Sécurisation d'une piste d'accès à une usine**



APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF

Types d'opération

- **Sécurisation d'un parking et de chemins d'accès**



APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF

Types d'opération

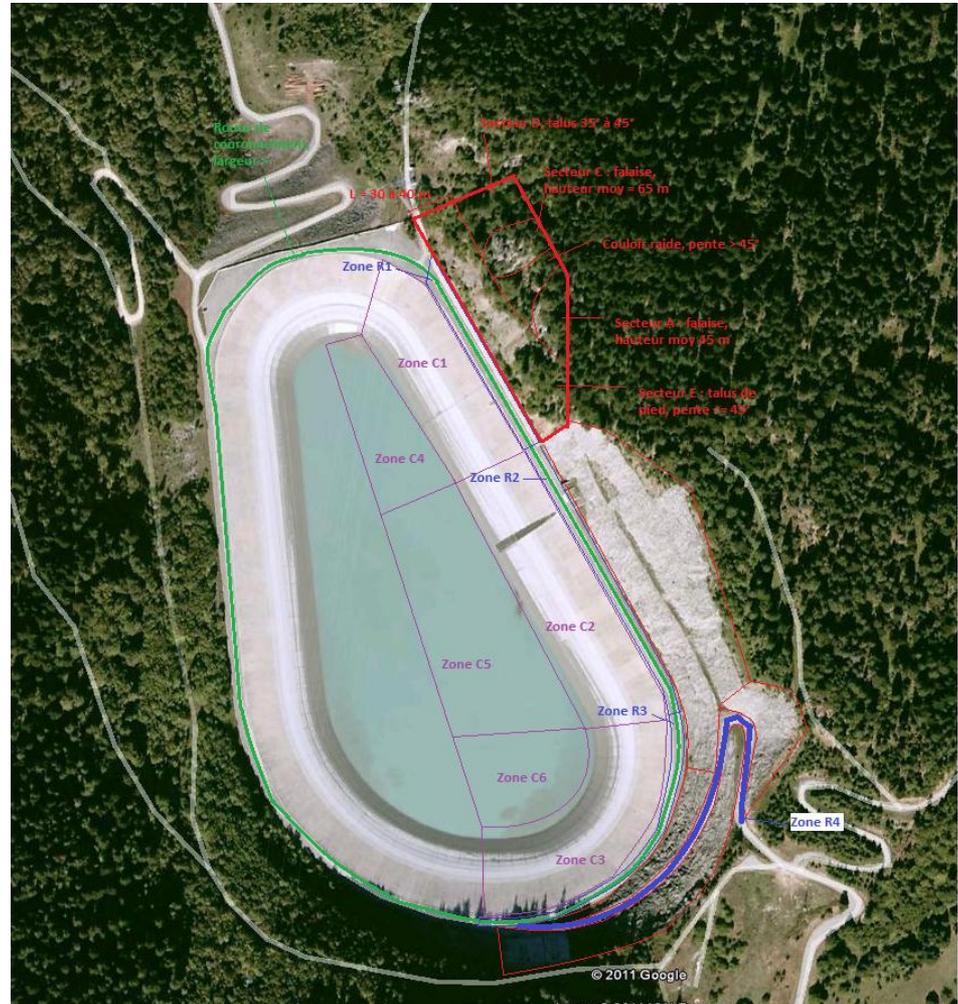
- Sécurisation d'une entrée en terre de galerie



APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF

Types d'opération

- Site à enjeux et expositions multiples



APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF

Bilan – « Rentabilité » des opérations types

▪ Rappel :

- Ces résultats sont donnés à titre exploratoire. Une « rentabilité » de 1 correspond au critère pour lequel 1 investissement de 3,5 M€ permet de sauver 1 équivalent de vie humaine.
- Il convient de ne pas considérer les valeurs absolues de « rentabilité ». C'est la comparaison des résultats entre eux qui est importante.
- La méthode Suisse d'évaluation du risque ne prend pas en compte les risques pris pendant les travaux. Ces risques dégraderaient considérablement la « rentabilité » calculée, voir la rendraient négative .

▪ Exemple de résultats

Opération	Détail	Risque humain annuel avant travaux		Coût total parades	Années d'efficacité	Coût parades annualisé	Risque humain annuel après travaux		Rentabilité
		Probabilité	Monétarisé				Probabilité	Monétarisé	
OP1 travaux		0.00614	21500	1200000	5	240000	9.71E-06	34	0.089
OP1 exploitation		0.00008	280	1200000	25	48000	4.29E-08	0.15	0.006
OP1 global		0.00109	3816.67	1200000	30	64000	1.65E-06	5.79	0.060
OP2		0.00020	683	94000	30	5013.3	1.60E-06	5.6	0.135
OP3		0.00040	1395	112000	30	5973.3	2.11E-05	74	0.221
OP4 travaux	Piste	0.00051	1770	595400	4	160758	1.03E-05	36	1.486
	Zone travaux	0.06789	237600				1.19E-04	417	
OP4 exploitation	Piste + ouvrages	0.00004	139.69	595400	26	34808	4.31E-07	1.51	0.004
OP4 global		0.00915	32037.1	595400	30	31754.7	1.76E-05	61.71	1.007
OP5 travaux		0.00073	2547.15	530000	3	187267	3.99E-07	1.397	0.014
OP5 exploitation		0.00002	58.30	530000	27	30229.6	6.81E-08	0.238	0.002
OP5 global		0.00009	307.18	530000	30	28266.7	1.01E-07	0.354	0.011

APPLICATION AUX OPÉRATIONS EDF

Analyse

▪ **DONNEES**

- Aléas initial élevé à très élevé – Niveau de risque initial très difficile (voir impossible) à appréhender
- Hétérogénéité des méthodes des bureaux d'étude. La mise en cohérence des informations sur les aléas a représenté un travail important. Certaines données nécessaires à l'évaluation des risques ont dû être estimées à posteriori.

▪ **RESULTATS**

- Hétérogénéité des niveaux de risques pour des niveaux d'aléas comparables.
- Tendance à la sécurisation à outrance sans recul sur le besoin réel ?
- Engagement de travaux et de moyens générateur de risques ?

▪ **BESOINS d'une méthode d'évaluation des risques plus homogène et partagée :**

- Des objectifs en terme de risque résiduel
- Des spécifications plus précises et plus complètes
- Plus d'implication des Bureaux d'Etudes et des Entreprises
- Plus de réflexion sur l'intégration au projet global

→ pour aller vers des ouvrages adaptés aux enjeux.

MESSAGE

L'évaluation quantitative des risques permet de s'adapter à la variété, à la diversité des opérations :

- **2 Vies > 1 Vie** – Les efforts peuvent être concentrés sur les zones les plus à risque.
- **1 Vie = 1 Vie** – Quelle que soit l'entreprise, la réglementation, ..., la personne.
- **Le risque Travaux** doit être correctement pris en considération.
- Les travaux de sécurisation peuvent être valorisés et comparés. **Au-delà de la valorisation, c'est la comparaison qui est fiable et importante.**

C'est une affaire de spécialiste et un travail d'avenir.

An aerial photograph of a mountain valley. The foreground shows a steep, rocky slope with patches of snow. The middle ground features a winding road and a river flowing through a lush green valley. The background consists of high, rugged mountains with snow-capped peaks under a clear blue sky.

MERCI