



**Cerema**



Journée technique

# LES BUSES METALLIQUES

## Analyse de risque appliquée aux buses métalliques

Laurent RIOU



Cerema Ouest

**Les buses métalliques**  
Nantes – 4 octobre 2018

# Sommaire

## Analyse de risque

- Définition
- Méthode

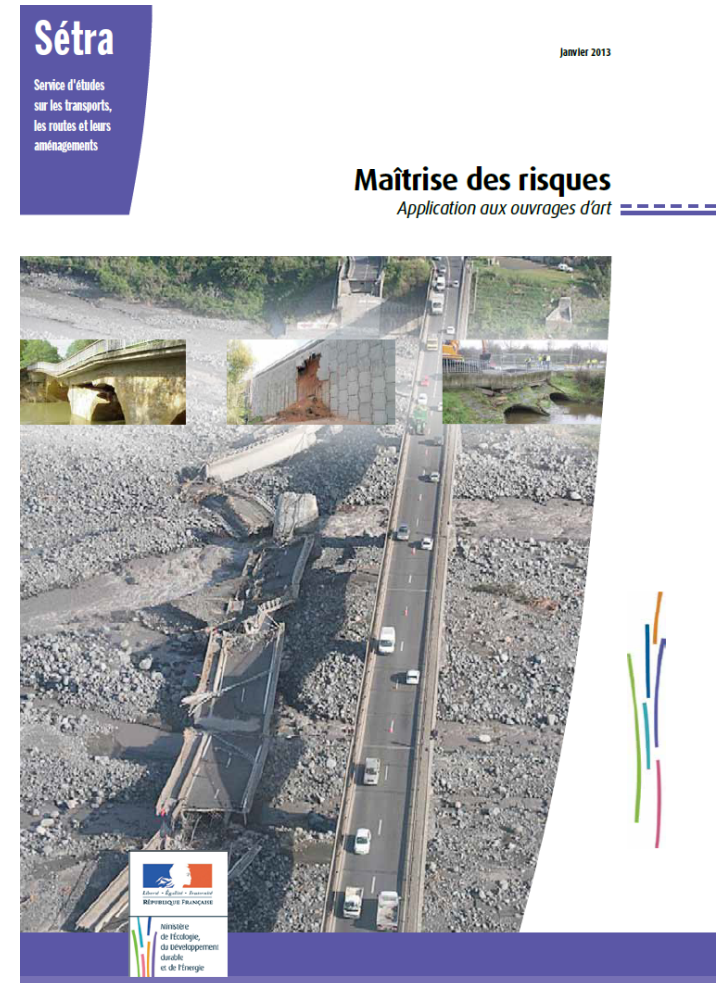
## Application aux buses métalliques

- Aléas retenus, vulnérabilité et gravité des conséquences
- Traitement du risque

# Principe de la méthode

Méthodologie générale donnée par le guide " Maîtrise des risques – Application aux ouvrages d'art "SETRA -Janvier 2013

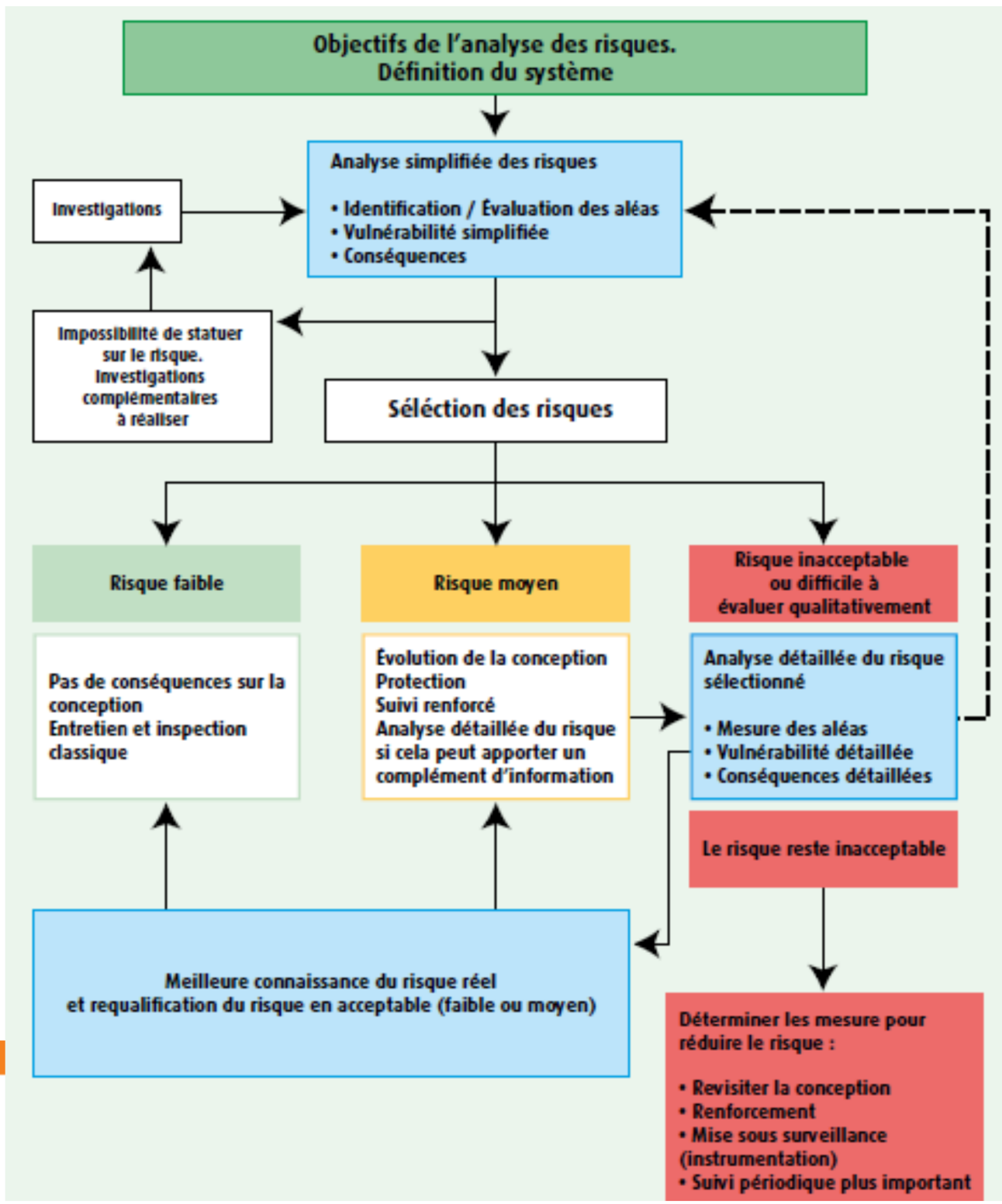
" Le risque est un danger éventuel, plus ou moins prévisible, qui peut affecter l'issue d'un projet. "



# Principe de la méthode

Outil d'aide à la gestion du patrimoine et à la décision pour :

- Intervenir de manière globale sur une famille d'ouvrages présentant des risques importants.
- Réaliser des travaux prioritairement sur les ouvrages stratégiques.
- Définir une stratégie de surveillance du patrimoine : consacrer plus de temps aux ouvrages sensibles.



# Définition

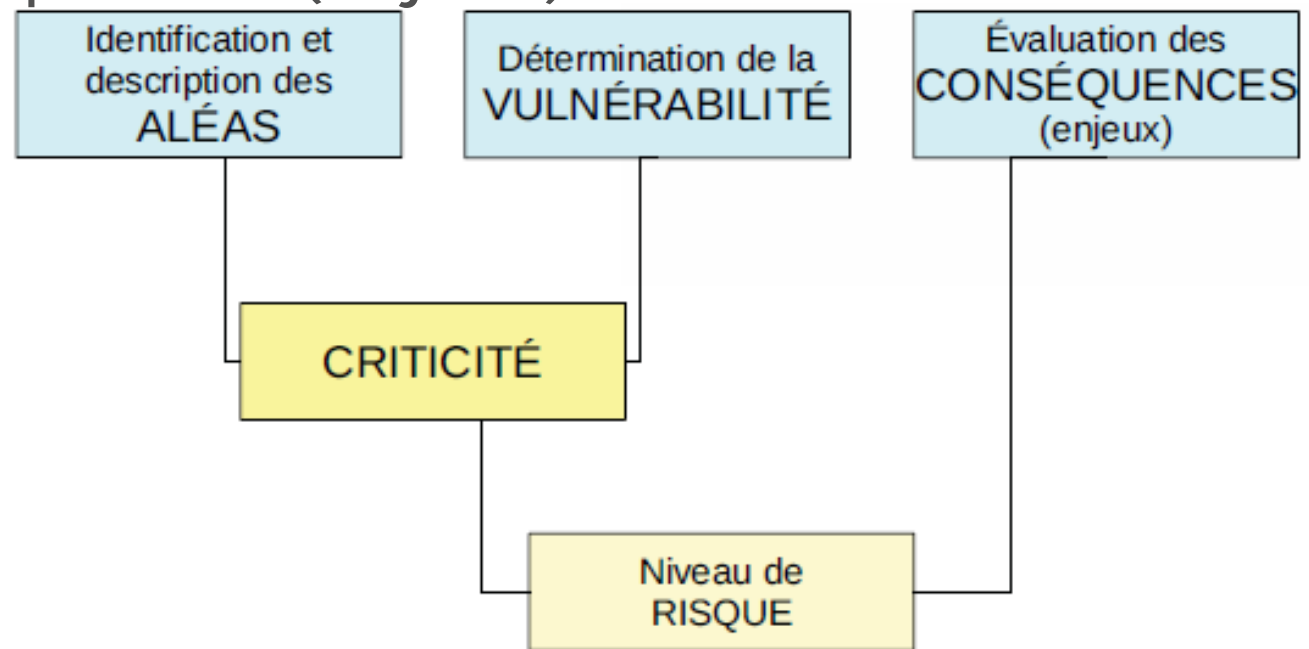
Évaluation du niveau de risque :

Croisement de 3 facteurs

-Aléas

-Vulnérabilité

-Gravité des conséquences (Enjeux)



# Définition

Aléa : Phénomène à l'origine du risque  
(corrosion, fatigue, défaut de conception, séisme,...).

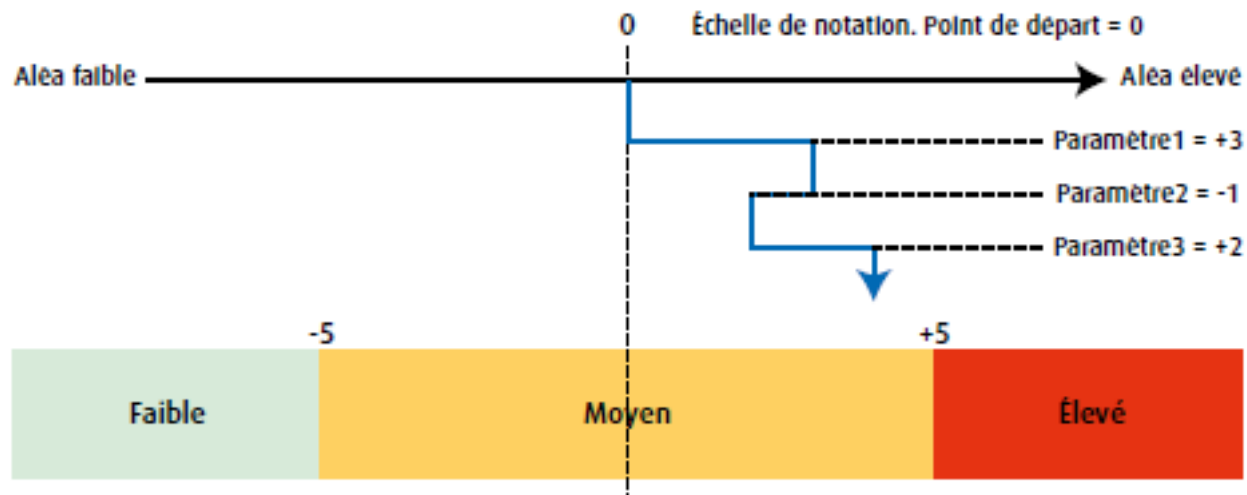
Vulnérabilité : Sensibilité de l'ouvrage vis-à-vis de l'aléa.

→ Criticité de l'ouvrage

Gravité des conséquences : Conséquences de la ruine partielle ou totale de l'ouvrage (bilan humain, impacts socio-économiques, environnementales,...)

→ Niveau de risque

# Méthode



*Détermination du niveau de l'aléa*



# Méthode

Détermination du niveau de  
criticité

		Niveau de vulnérabilité		
		Faible	Moyenne	Élevée
Niveau d'aléa	Faible	Criticité faible	Criticité faible	Criticité moyenne
	Moyen	Criticité faible	Criticité moyenne	Criticité élevée
	Élevé	Criticité moyenne	Criticité élevée	Criticité élevée

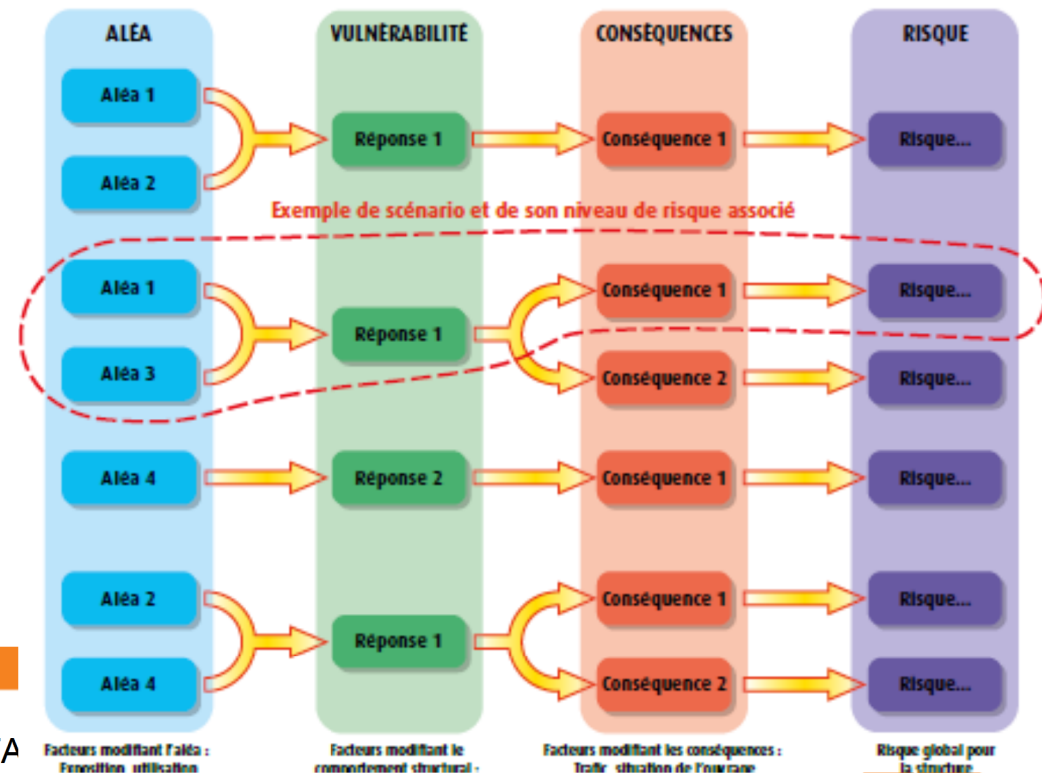
Détermination du niveau de  
risque

		Niveau de conséquence		
		Faible	Moyenne	Élevée
Niveau de criticité	Faible	Risque faible	Risque faible	Risque moyen
	Moyen	Risque faible	Risque moyen	Risque élevé
	Élevé	Risque moyen	Risque élevé	Risque élevé

# Méthode

Possibilités de croisement des paramètres de détermination du risque :

- Étude d'un risque particulier :  $A \times V \times GC = R$
- Somme global des risques :  $R1 + R2 = R_{Total}$
- Notion de scénario



# Application aux buses métalliques

Retour d'expérience sur les buses métalliques :

- plusieurs ruptures constatées,
- durée de vie réelle réduite.

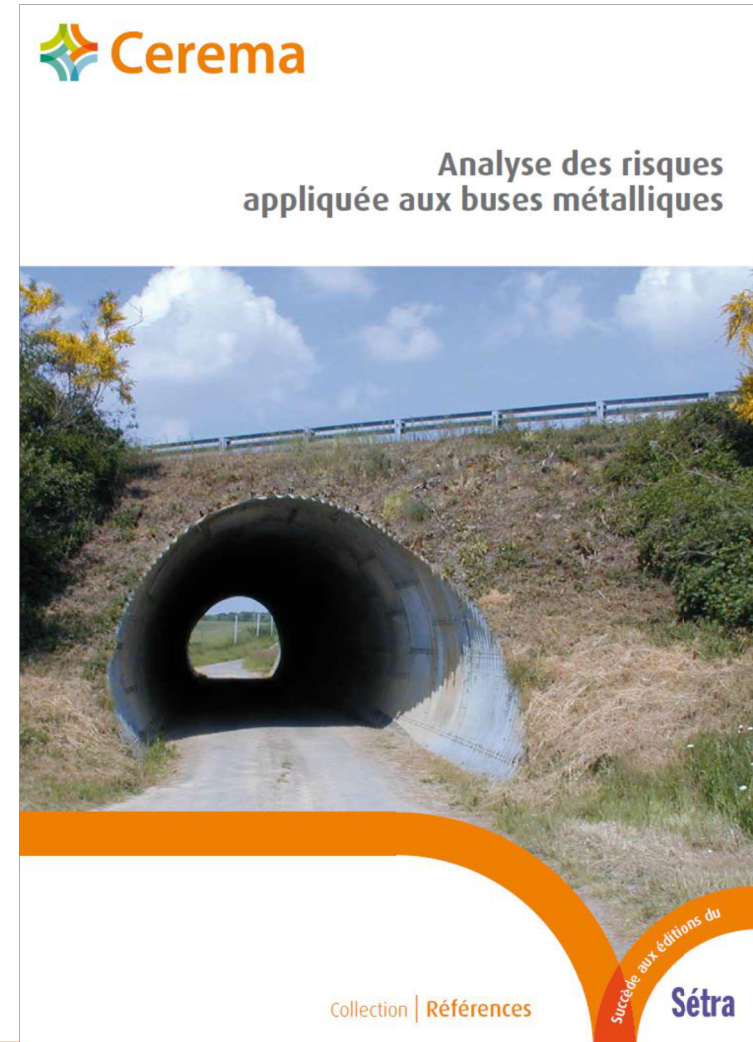
# Application aux buses métalliques



# Application aux buses métalliques

Patrimoine sur Réseau État :  
~1000 buses

Nécessité de hiérarchiser  
Établissement d'une analyse  
appliquée aux buses  
métalliques



# Identifications des Aléas

Corrosion

Affouillement

Stabilité du remblai

Charges d'exploitation

*Abrasion*

*Chocs*

*incendies*

# Exemple : Aléa corrosion

Critères retenus

- Type de voie franchie
- Fréquence de salage

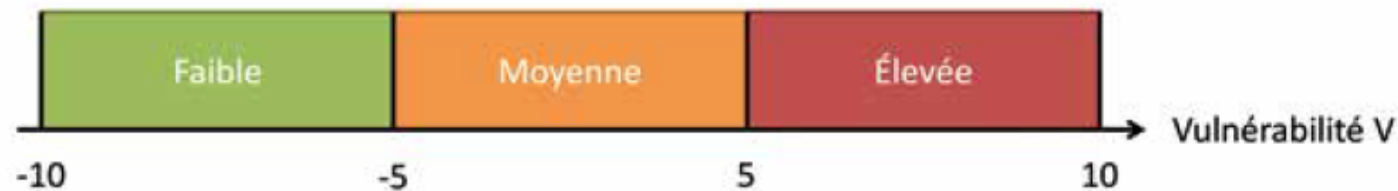
Salage / Type Voie Franchie	Passage Piéton	Ouvrage Routier	Ouvrage de Décharge	Passage Agricole	Ouvrage Hydraulique
Peu fréquent	Faible	Faible	Faible	Moyen	Élevé
Fréquent	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Élevé
Très fréquent	Faible	Moyen	Moyen	Moyen	Élevé

# Vulnérabilité à la corrosion

## Critères retenus

- Âge et année de construction
- Cotation IQOA
- Forme de la buse

Date de construction							
après 1981 et moins de 35 ans	-5	après 1981 et plus de 35 ans	0	inconnu	3	avant 1981	5
Cotation IQOA Buse							
1 ou 2 ou 2E	-3	3 ou 3U	3				
Forme de la buse							
Autre	-2	Arche ou buse arche	2				





# Gravité des conséquences

## Critères retenus

- Trafic de la voie portée
- Importance de l'itinéraire de la voie portée
- Difficultés de déviation de la voie portée
- Impact de la ruine sur la voie franchie

### Trafic de la voie portée (veh/jour)

T < 15 k	-5	15 k ≤ T < 35 k	-2	35 k ≤ T < 80 k	2	80 k ≤ T	5
----------	----	-----------------	----	-----------------	---	----------	---

### Importance de l'itinéraire de la voie portée

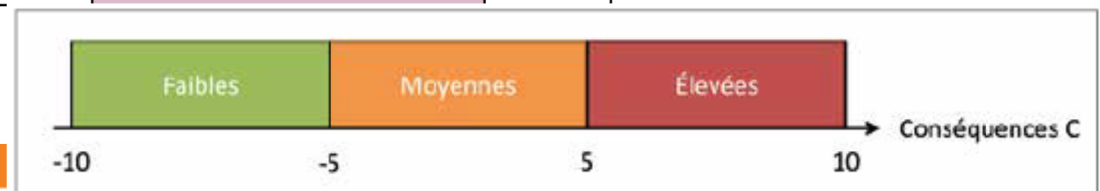
stratégique	-1	très stratégique	1
-------------	----	------------------	---

### Difficultés de déviation de la voie portée

Non	-2	Oui	2
-----	----	-----	---

### Impacts sur la voie franchie

Faibles	-2	Moyens	0	Élevés	2
---------	----	--------	---	--------	---



# Détermination niveaux de criticité et de risque (corrosion)

Aléa / Vulnérabilité	Faible	Moyenne	Élevée
Faible	Faible	Faible	Moyenne
Moyen	Faible	Moyenne	Élevée
Élevé	Moyenne	Élevée	Élevée

## Détermination du niveau de criticité

Criticité / Gravité des conséquences	Faible	Moyenne	Élevée
Faible	Faible	Faible	Moyen
Moyenne	Faible	Moyen	Élevé
Élevée	Moyen	Élevé	Élevé

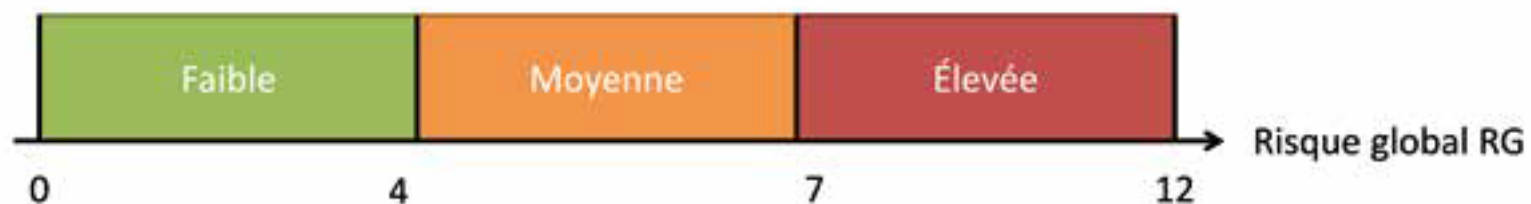
## Détermination du niveau de risque

# Risque global

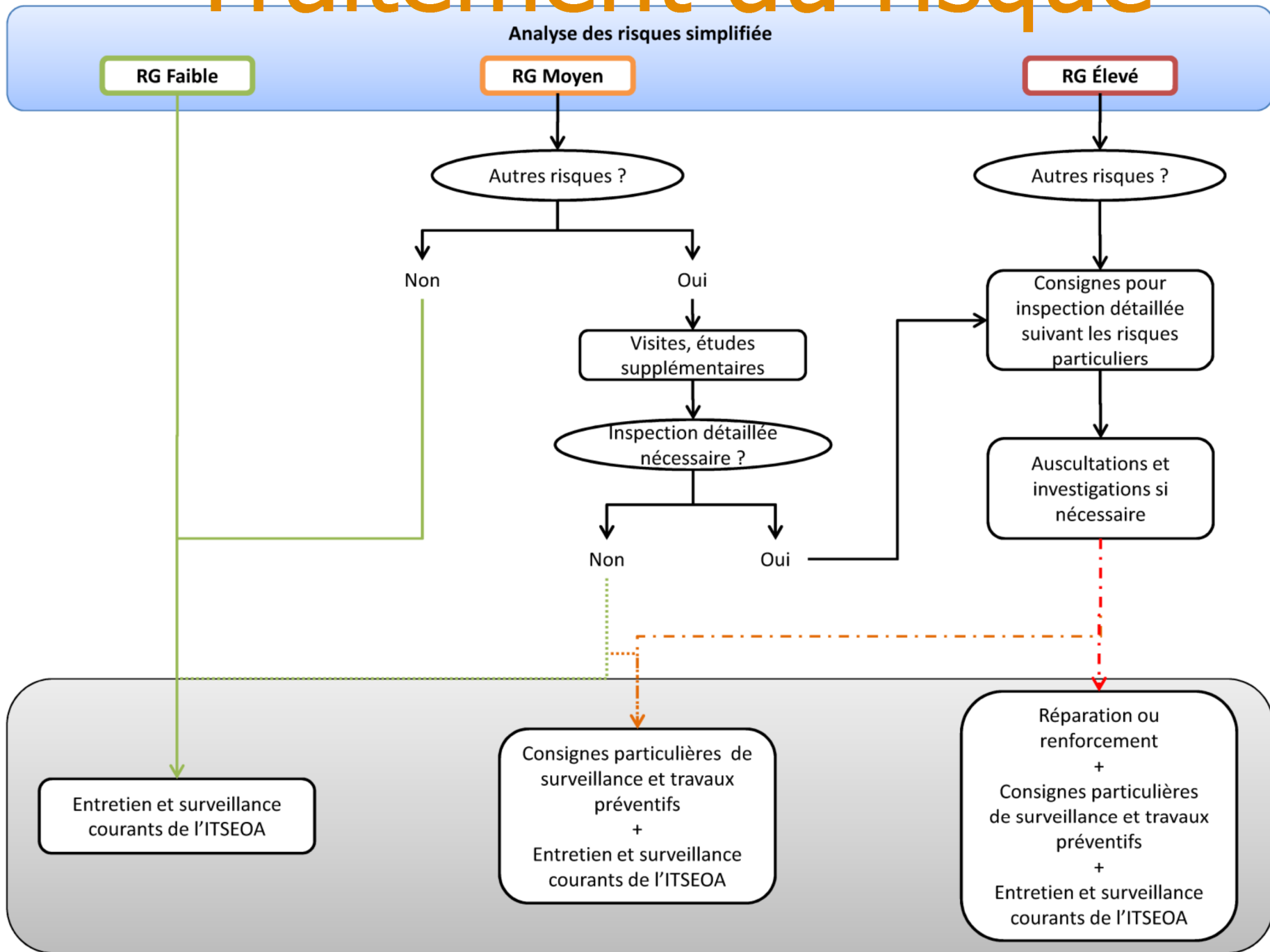
- Valeurs des niveaux de risques :  
0 pour Sans objet, 1 pour Faible, 2 pour Moyen et 3 pour Élevé.

- Valeur de risque global :

- si  $RG \leq 4$ , le niveau est Faible ;
- si  $RG = 5$  ou  $RG = 6$ , le niveau est Moyen ;
- si  $7 \leq RG$ , le niveau est Élevé



# Traitement du risque



# Exemple d'application

Aléa « corrosion »																						
Catégorie voie franchie	Exposition aux sels de déverglaçage	Proba aléa corrosion	Année de construction	V âge	IQO A Bus e	V IQ OA	Forme de la buse	V forme	V corrosion	Vulnérabilité à la corrosion	Criticité corrosion	Trafic	G trafic	Importance de l'itinéraire	G Stratégie	Difficultés déviation	G déviation	Impacts sur la voie franchie	G franchise	note Gravité	Gravité	Niveau de risque
Hydraulique	peu fréquents	Elevé	1966	5	1	-3	Buse arche	2	4	Moyen	Elevé	< 15 000	3	Très stratégique	1	non	3	moyens	0	7	Elevé	Elevé
Hydraulique	peu fréquents	Elevé	1964	5	1	-3	Buse arche	2	4	Moyen	Elevé	< 15 000	3	Très stratégique	1	non	3	moyens	0	7	Elevé	Elevé
Passage agricole	peu fréquents	Moyen	1987	-5	2E	-3	Buse arche	2	-6	Faible	Faible	< 15 000	-3	Très stratégique	1	non	3	faibles	-3	-2	Moyen	Faible

Aléa « affouillement »																				
Catégorie voie franchie	Mise en charge connue	Type de cours d'eau	Proba aléa Hydraulique	du cours d'eau des bus	V lit cours d'eau	Type de terrain en amont	V terrain amont	Forme de la buse	V forme	Type d'extrémités	V extrémités	Présence obstacle écoulement	V obstacle	Présence ouvrage para fouille	V para fouille	V hydraulique	Vulnérabilité hydraulique	Criticité hydraulique	Gravité	Niveau de risque
Hydraulique	non	Rectiligne	Moyen	2	0	Arbres	2	Buse arche	2	sifflet	1	non	-1	Oui	-2	2	Moyen	Moyen	Elevé	Elevé
Hydraulique	non	Rectiligne	Moyen	2	0	Arbres	2	Buse arche	2	sifflet	1	Non	-1	Oui	-2	2	Moyen	Moyen	Elevé	Elevé
Passage agricole	0	Sans objet	Sans objet	SO	SO	Sans objet	SO	Buse arche	2	sifflet	1	SO	SO	SO	SO	#VALEUR!	#VALEUR!	Sans objet	Moyen	Sans objet

# Exemple d'application

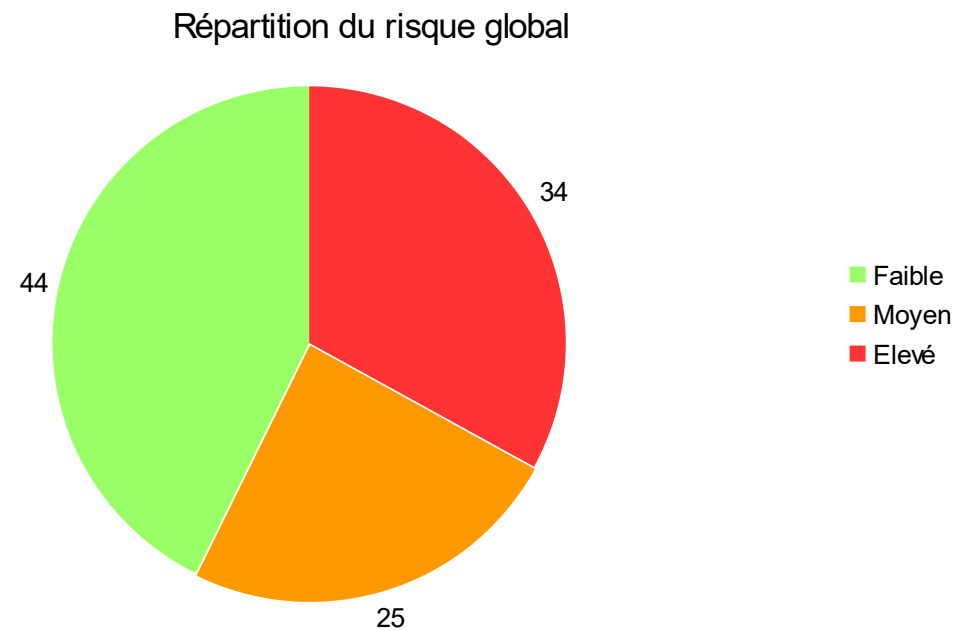
Aléas « stabilité du remblai »																											
Assés sur ouvrage	points	Trois ouvrages	points	Perrés de tête	points	Murs de tête en BA	points	points totaux	hauteur de couverture	Hc (m)	ouverture	ratio Hc/ouverture	hauteur bus	Aléa Remblai	Note IQO A Structure	V structure	Trafic	V trafic	Nb PL	Nb voies	Nb PL/voies	V PL	V remblais	Vulnérabilité remblai	Criticité remblai	Gravité	Niveau de risque
1	0	1	0	2	0	SO	0	0	comprise entre 1 et 4 m		6	0,00		Faible	2	-6	5588	4	631	4	158	1	-5	Faible	Faible	Elevé	Moyen
1	0	1	0	1	0	SO	0	0	comprise entre 1 et 4 m		6	0,00		Faible	2	-6	5588	4	631	4	158	1	-5	Faible	Faible	Elevé	Moyen
2	0	SO	0	SO	0	SO	0	0	comprise entre 1 et 4 m		2,94	#VALEUR !		Faible	2E	0	5588	-4	631	4	158	-4	-4	Moyen	Faible	Moyen	Faible

Aléa « trafic »														
Trafic	Veh/voies	% PL	PL	Proba aléa fatigue PL (2)	Proba aléa fatigue PL	Note IQO A Structure	V IQ OA	Hauteur de couverture	V Couverture	note charge exploitation	Vulnérabilité trafic	Criticité trafic	Gravité	Niveau de risque
<15-000	4397	11,30%	631	Faible	Moyen	2	-5	comprise entre 1 et 4 m	0	-5	Faible	Faible	Elevé	Moyen
<15-000	4397	11,30%	631	Faible	Moyen	2	-5	comprise entre 1 et 4 m	0	-5	Faible	Faible	Elevé	Moyen
<15-000	4397	11,30%	631	Faible	Faible	2E	0	comprise entre 1 et 4 m	0	0	Moyen	Faible	Moyen	Faible

Risques									
Corrosion	Pondération critère « Corrosion »	Hydraulique	Pondération critère « Hydraulique »	Remblais	Pondération critère « Remblais »	Trafic	Pondération critère « Trafic »	Total	
Elevé	3	Elevé	3	Moyen	2	Moyen	2	10	
Elevé	3	Elevé	3	Moyen	2	Moyen	2	10	
Faible		Sans objet	0	Faible	1	Faible	1	2	

# Exemple d'application

Risque \ Répartition	Nombre	Pourcentage
Faible	44	42,718
Moyen	25	24,272
Elevé	34	33,010
Total	103	





# Merci

Laurent RIOU

02 96 75 93 32

Laurent.riou@cerema.fr

[www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)