

Journée technique

LES BUSES MÉTALLIQUES

Analyse de risques
appliquée aux buses
métalliques

Jean-Marc Tarrieu (DTecITM)
Laurent Riou (DTerOuest)



sommaire

Analyse et maîtrise des risques

- Définition
- Méthode
- Application aux buses métalliques
 - Aléas retenus, vulnérabilité et gravité des conséquences
- Maîtrise des risques
 - Exploitation de l'étude, traitement des risques
 - Mise à jour périodique et mise au point des procédures d'analyse et de gestion

Principe de la méthode

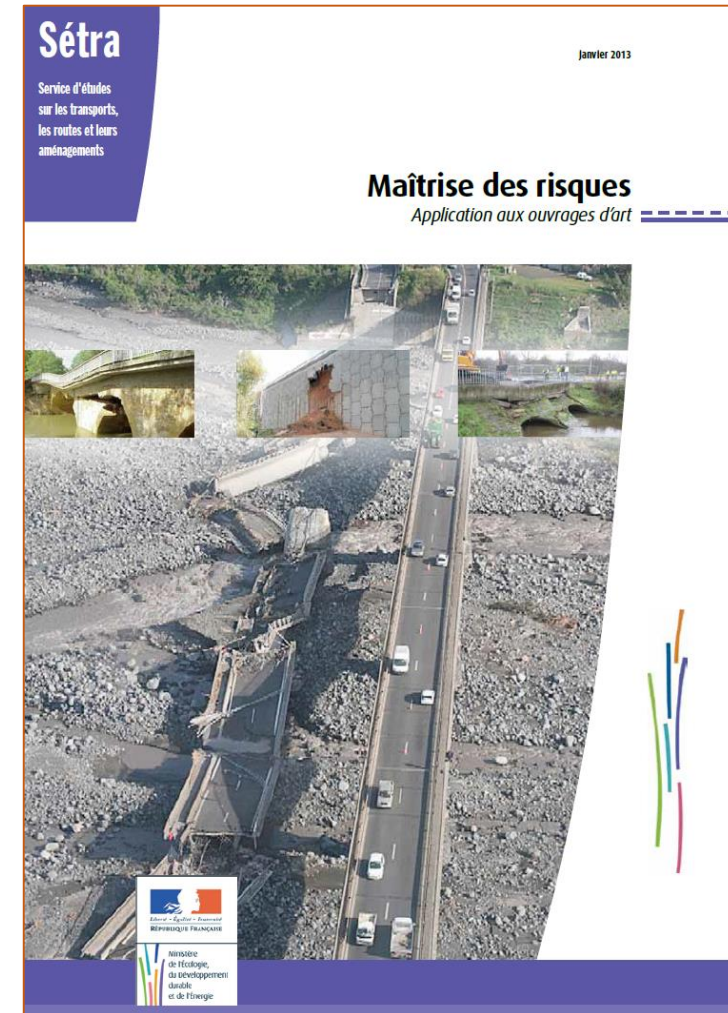
La méthodologie générale est établie dans le guide :

« Maîtrise des risques –
Application aux ouvrages d'art »

Sétra – Janvier 2013

La norme ISO 31000:2018 définit le
risque comme :

l'effet de l'incertitude sur les objectifs.



Principe de la méthode

L'analyse des risques (AdR)

est un outil d'aide à la gestion du patrimoine*

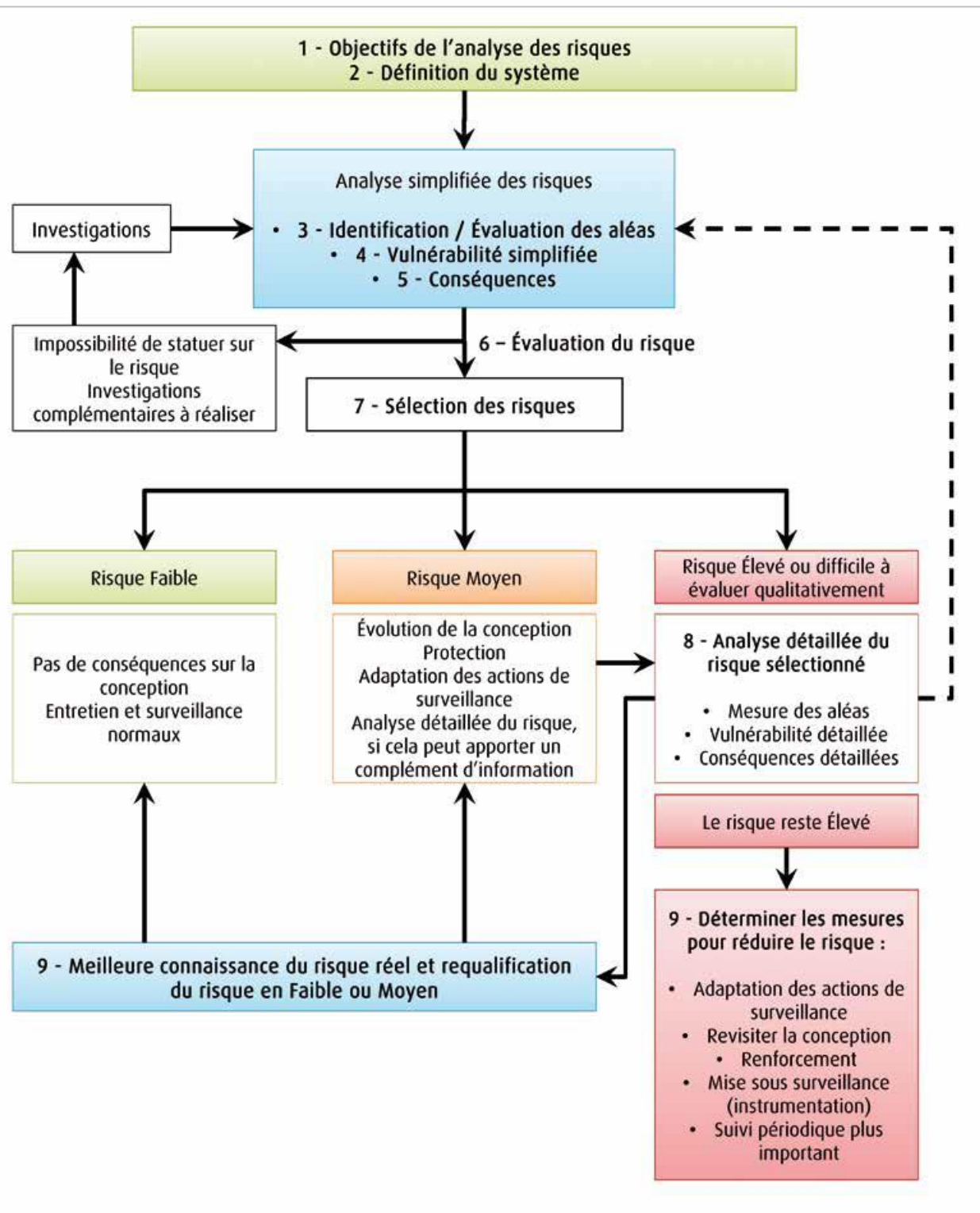
- Une meilleure connaissance des *familles d'ouvrages* du parc présentant *a priori* des risques importants ; ainsi qu'une connaissance complémentaire de chaque ouvrage.
- L'identification, dans chaque famille d'ouvrages étudiée, des éléments pertinents pour établir les politiques et les actions appropriées en matière de surveillance d'entretien et d'exploitation - pour la famille comme pour chaque ouvrage.
- La pratique d'un management du parc par la maîtrise des risques.

* La démarche ADR s'applique également sur les ouvrages neufs

Note :
L'analyse dite « simplifiée » permet d'identifier rapidement les ouvrages à risque élevé au moyen d'un investissement modeste.

L'analyse « détaillée », plus coûteuse, est réservée aux ouvrages les plus problématiques ou incertains.

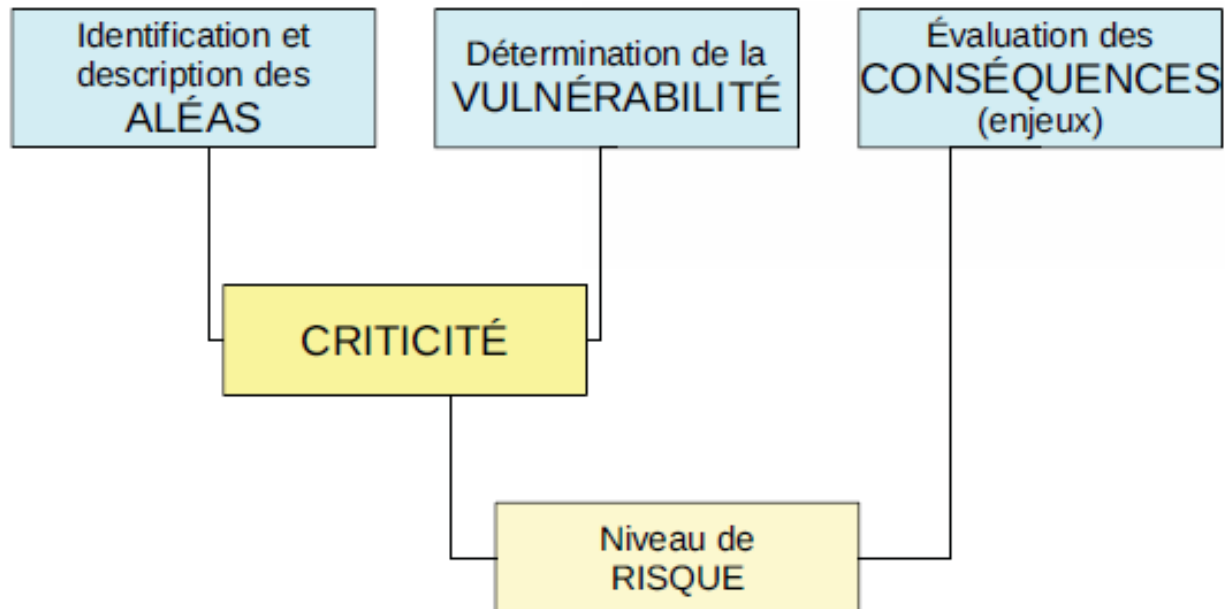
Le niveau d'analyse détaillée est à définir ouvrage par ouvrage, sur la base des connaissances acquises lors de l'analyse simplifiée et en fonction des objectifs visés.



Niveau de risque

Croisement de 3 facteurs :

- Aléas : sources de risque, évènements ; leur vraisemblance
- Vulnérabilité : effets vraisemblables d'un évènement sur l'ouvrage
- Gravité des conséquences (enjeux)



Définitions (du guide)

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

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

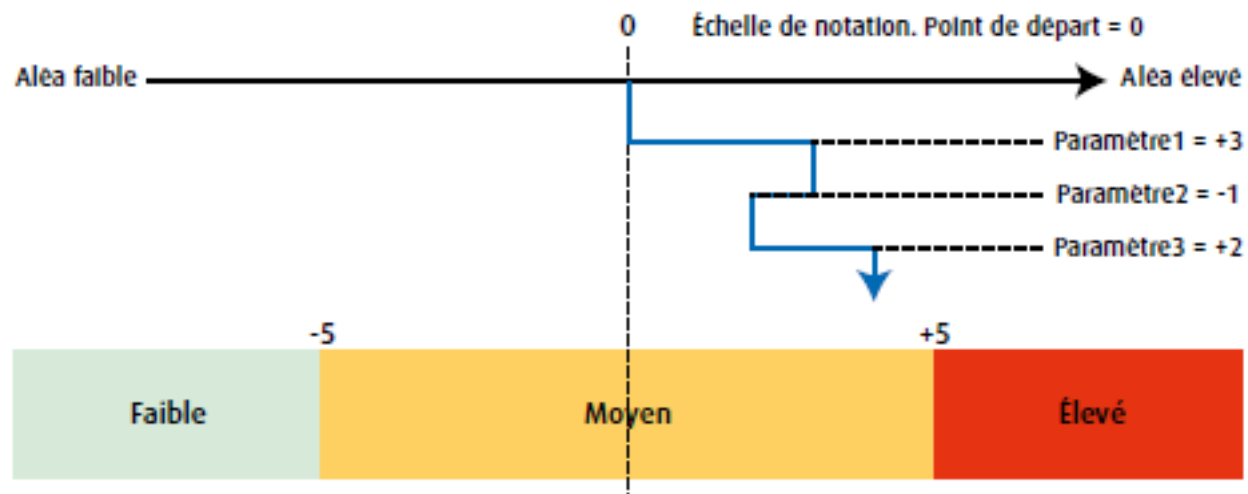
→ **Criticité de l'ouvrage**

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

→ **Niveau de risque**

Niveaux : faible ; moyen ; élevé

Méthode appliquée aux buses métalliques



Détermination du niveau de l'aléa

Méthode du guide AdR

Détermination
du niveau de criticité

a)

| | | 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 |

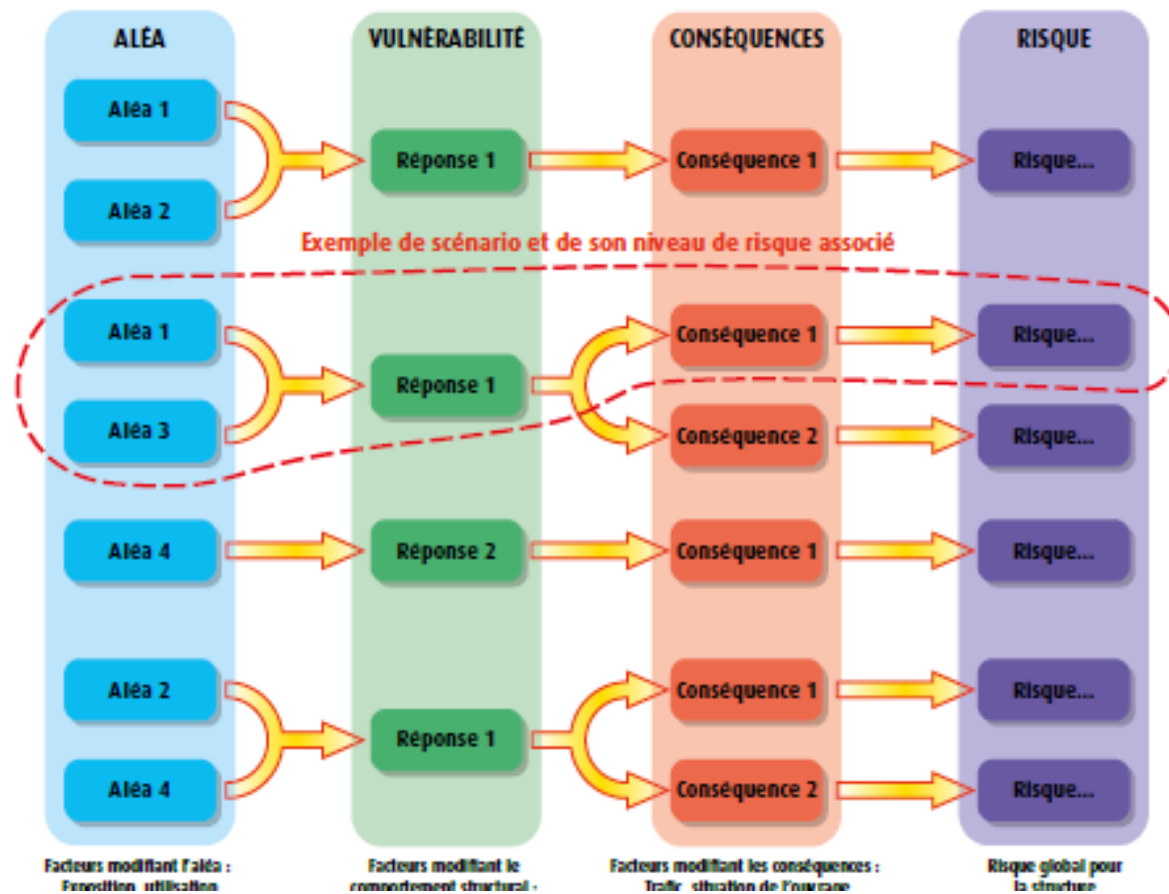
Détermination
du niveau de risque

b)

| | | 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 du guide AdR

Notion de scénario



Méthode du guide AdR

Croisement des paramètres de détermination du niveau de risque :

- Étude d'un scénario particulier :

$$R_i = A_i \otimes V_i \otimes Gc_i$$

- Niveau de risque de l'ensemble des scénarios considérés simultanément :

$$R_{\text{global}} = \text{somme } (R_i)$$

nota : un autre mode de combinaison peut éventuellement être envisagé sur la base d'une étude

Application aux buses métalliques

La connaissance du patrimoine OA conduit aux constats suivants (parmi d'autres) :

- plusieurs cas de ruptures soudaines de buses métalliques constatées alors que leur état *visuel* ne semblait pas catastrophique,
- la durée de vie effective des buses métalliques est sensiblement plus courte que celle des autres ouvrages,
- la gravité des désordres visuels ne signe pas celle des désordres effectifs ; les effets de l'environnement sur la structure métallique sont mal connus ou mal évalués.

Application aux buses métalliques

→ l'état apparent d'une buse ne renseigne pas correctement sur son état réel et sur sa solidité

→ Les buses métalliques forment une « famille d'ouvrages sensibles », au sens du guide Sétra 2013.

Elles présentent des risques (de rupture ou de mise hors service) qui peuvent être évalués avec une méthode spécifique d'analyse et maîtrise des risques ;

Une telle méthode a été élaborée et calibrée sur le RRN-NC en 2016

Note : la méthode a été élaborée et calibrée pour gérer un patrimoine numériquement significatif. Il ne s'agit pas d'une méthode d'analyse individuelle. Les résultats relevés pour chacun des ouvrages sont à utiliser avec précaution.



Expertise d'un effondrement de chaussée sur la RN 157

25 juillet 2018

Suite à l'effondrement d'une buse métallique dû aux inondations, le Cerema a été sollicité pour l'expertise en urgence de la chaussée et pour définir les mesures conservatoires à prendre immédiatement.

Ouest France - mardi 28 octobre 2014 12:27

Risque d'effondrement : Une buse craque, un an de travaux au Stanco



L'ouvrage permettant le passage du ruisseau Pen ar Biez a cédé. La rue Isidore Le Bourdon est barrée, même aux piétons. Il y a risque d'effondrement sur une dizaine de mètres.

Aire-sur-la-Lys « Un trou béant aurait pu s'ouvrir » sur la RD187

Depuis le début de l'été, la route départementale 187 qui relie Aire-sur-la-Lys à Isbergues est coupée et fermée à la circulation à hauteur de l'avenue de l'Europe sur plus d'un kilomètre. Le Département a engagé des travaux – pour un coût de 250 000 € – sur un ouvrage d'art, le remplacement d'une buse métallique et de son cadre en béton sur une longueur de plus de 30 m qui se trouve sous la chaussée.

2 Pourquoi la chaussée s'est-elle effondrée mi-janvier ? Cet affaissement est dû à la déformation de la buse métallique du ruisseau dit le pont Léonard. Cette buse avait été installée sous cette ex-RN 693 devenue par la suite RD 993. Cet ouvrage avait semble-t-il été construit en 1980\1982. Il avait été visité en juillet 2017, sans qu'aucun signe ne laisse présager de la suite.

Cela a provoqué « un affaissement d'environ trente centimètres sur une demi-chaussée, a ...

À Dreux, le rond-point du Gué-aux-Ânes est encore en travaux... une buse menace de s'effondrer

Publié le 26/05/2017

Les travaux de la buse des Châtelets, supportant la route menant à Anet, étaient urgents, selon la Dirno. Ce pont en métal est truffé de corrosion et menaçait de s'effondrer. © Agence DREUX



Guide Cerema 2016

Patrimoine de buses métalliques

Selon la base Siamoa du RRN-NC

- sur réseau État : 9 % des OA, soit ~ 1 090 buses

Selon le rapport ONR de 219, avec ~ 40 % des gestionnaire

- réseaux départementaux : 4 % des OA, soit ~ 1 800 buses
- métropoles : 3 % des OA, soit ~ 750 buses



Analyse des risques appliquée aux buses métalliques



Collection | Références

surcède aux éditions du
Sétra

Identifications des Aléas

Corrosion de la structure métallique

Affouillement de l'ouvrage

Stabilité du remblai au droit de l'ouvrage

Charges d'exploitation de la voie portée

→ Aléas non pris en compte dans la méthode :

Abrasion des tôles (charriage de sables et graviers)

Chocs sur les tôles (charriage de blocs, troncs, ...)

Incendies (délinquance, ...)

Exemple : Aléa corrosion

Critères retenus :

- Type de voie franchie
- Fréquence de salage

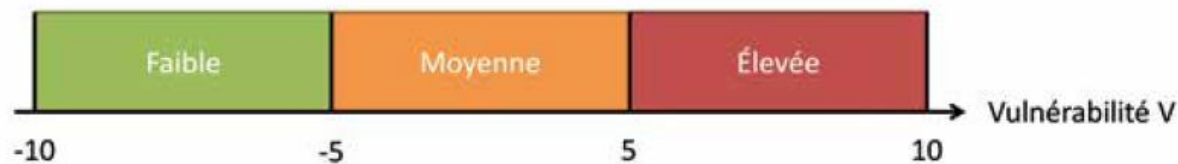
| Salage / Type Voie Franchie | Passage Piéton | Ouvrage Routier | Ouvrage de Décharge | Passage Agricole | Ouvrage Hydraulique |
|-----------------------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|---------------------|
| Peu fréquent | Faible | Faible | Faible | 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 | | |



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

Niveaux de risque d'un scénario :

$R_i = 0$ pour Sans objet

$R_i = 2$: niveau Moyen

$R_i = 1$: niveau Faible,

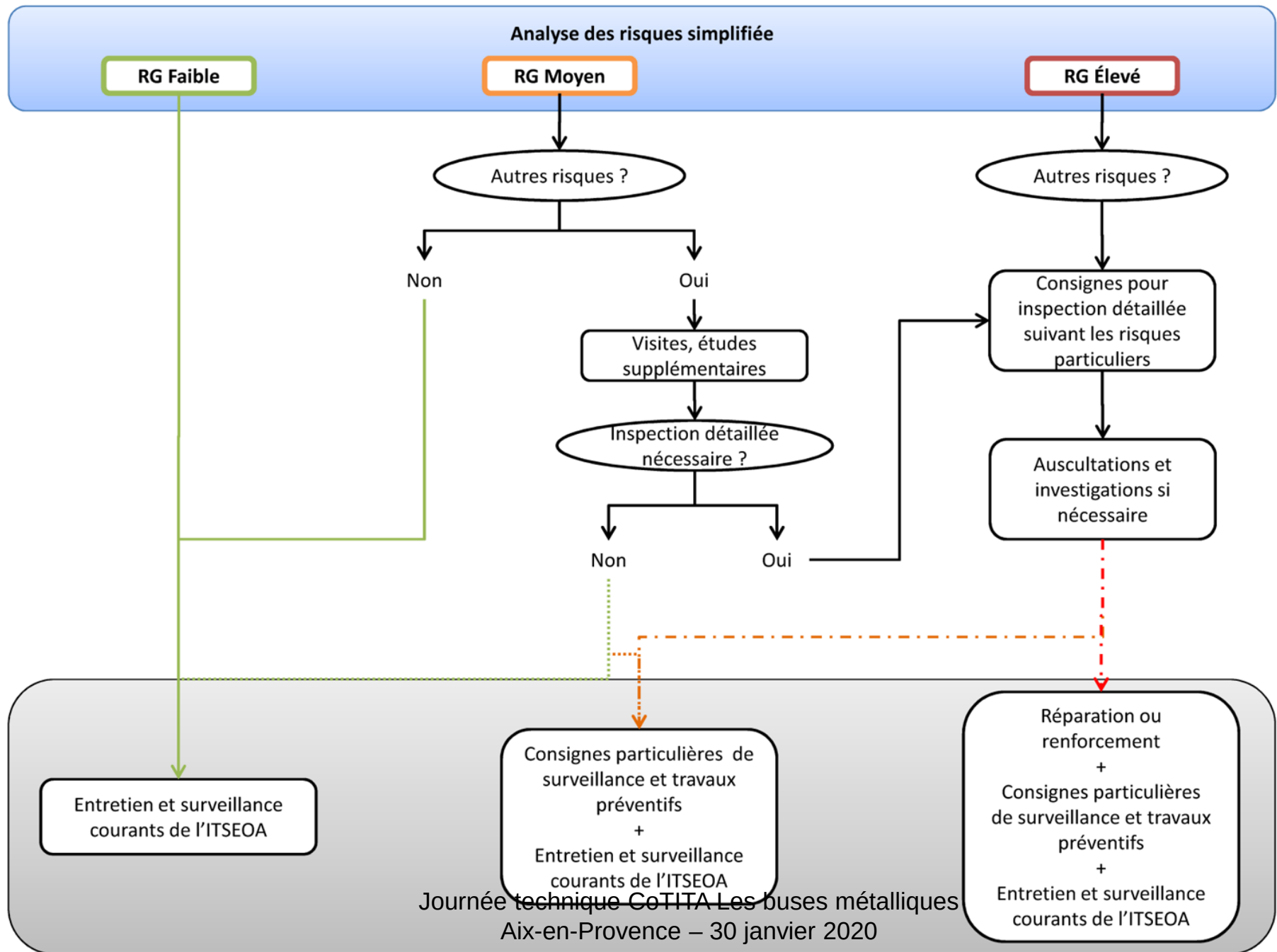
$R_i = 3$: niveau Élevé.

Niveau de risque global :

- si $R_G \leq 4$, le niveau est Faible ;
- si $R_G = 5$ ou $R_G = 6$, le niveau est Moyen ;
- si $7 \leq R_G \leq 12$, le niveau est Élevé ;



Traitement du risque



Merci

JM Tarrieu

Jean-Marc.Tarrieu@cerema.fr

www.cerema.fr