



HIERARCHISATION de la
VULNERABILITE
SISMIQUE
d'un parc d'OA existants

J. MARTIN
M. ALLAFORT

Sommaire

- A** | Contexte et enjeux
- B** | Description de l'outil de hiérarchisation

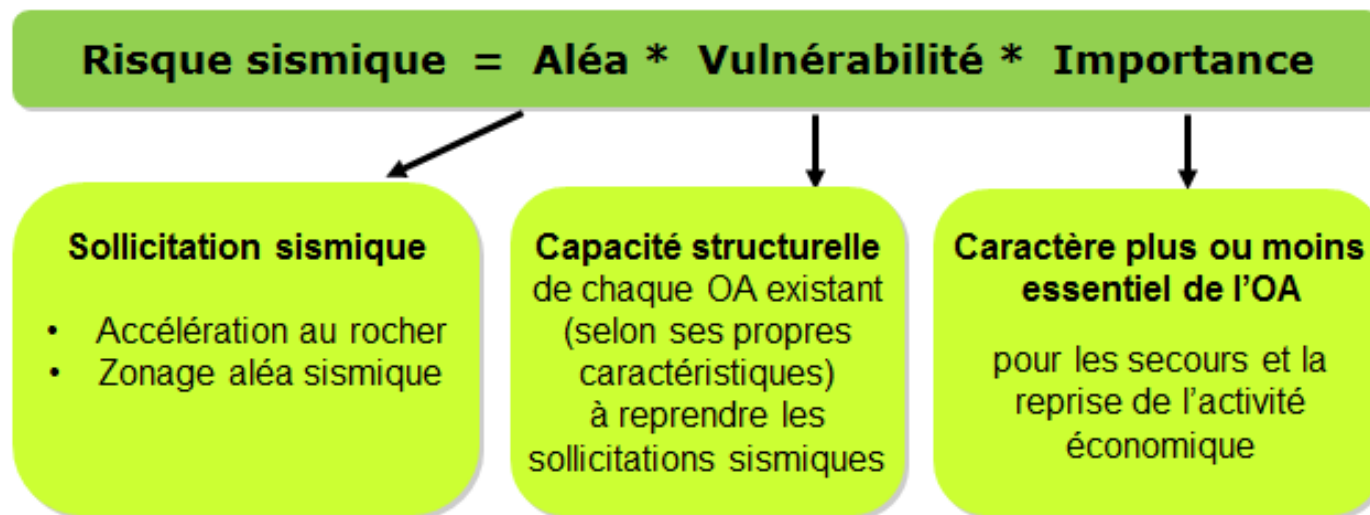


Contexte et enjeux

- ▶ Risque sismique
- ▶ Constat
- ▶ Nécessité d'une hiérarchisation
- ▶ Création d'un outil propre

Risque sismique d'un parc d'OA existants

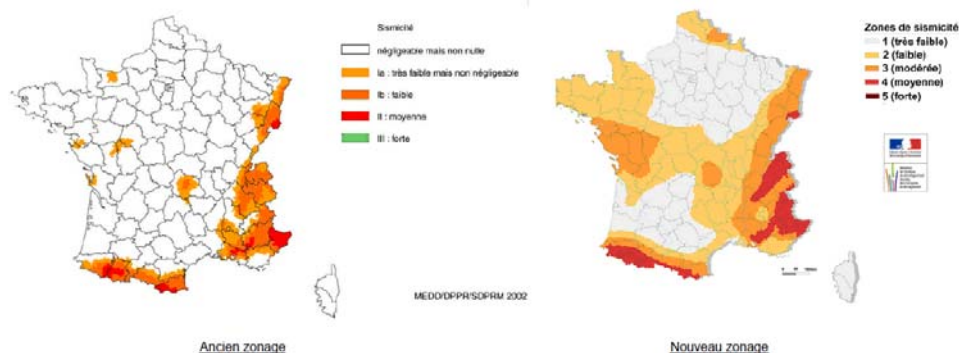
- ❑ **Approche différente** entre OA neufs et OA existants
- ❑ **Pour un parc d'OA existants, décomposition du risque sismique en trois paramètres** (identique méthodologie française SETRA) :



Constat

Aléa

- Evolution du zonage d'aléa sismique (décrets du 22/10/10 + 26/10/11)



Conséquence majeure : **zone sismique plus étendue**

Vulnérabilité

- AFPS 92 (décret 1995) :
 - 1ère réglementation sismique complète en OA
 - OA réalisés antérieurement à 1995 = **OA à priori vulnérables au séisme**

Nécessité d'une hiérarchisation

Importance

- ❑ **Confortement de tous les OA = illusoire**

Compte tenu du coût études + travaux (renforcements jusqu'à démolition-reconstruction)

RISQUE

- ❑ **Nécessité** de classer les **OA à traiter par ordre de priorité = hiérarchisant, selon leurs caractéristiques propres et dans leurs sites, les viaducs et les familles d'OAC** par rapport au risque sismique
- ❑ **Hiérarchisation à un stade amont des études** sans aucun calcul

Création d'un outil propre

□ **Etat de l'art mondial**, méthodes de hiérarchisation existantes (en 2009) :

- Californie, Japon, Italie, Suisse
- Outil français SISMOA

□ **Choix de créer un outil propre**

- SISMOA non disponible en 2009 (application aux OA de conception courante)
- Caractère aléatoire du séisme + évolutions à prévoir selon REX de séismes réels

➔ Création d'un outil propre = **maîtrise de l'outil** et **être réactif** par rapport aux évolutions futures



Description de l'outil de hiérarchisation

- ▶ Principes généraux
- ▶ Outil d'analyse multicritères
- ▶ Méthode d'analyse
- ▶ Résultats / hiérarchisation vulnérabilité
- ▶ Résultats / hiérarchisation risque
- ▶ Conclusion

Principes généraux

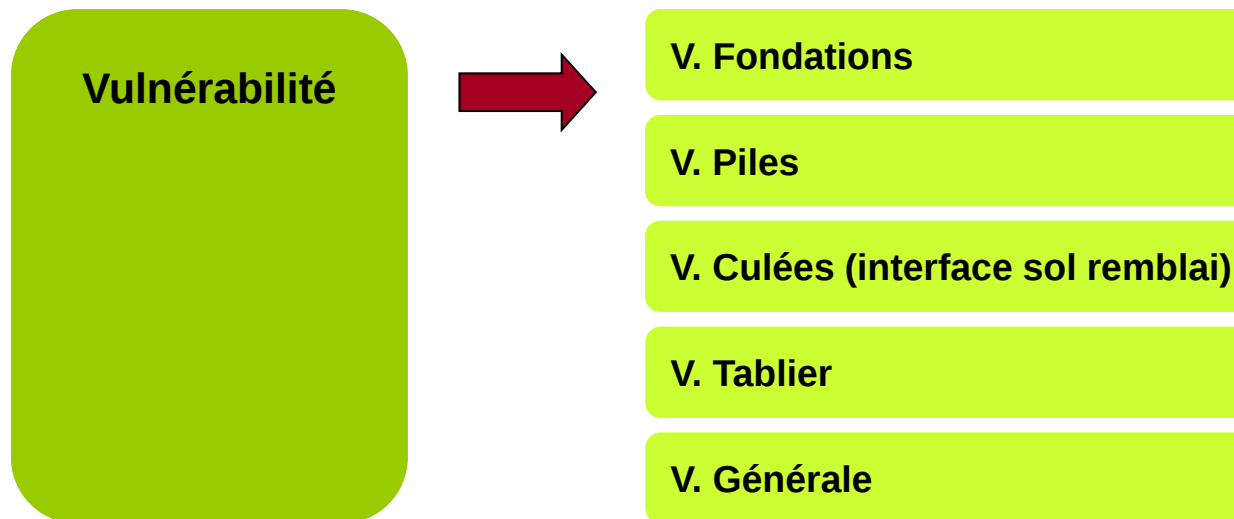
$$\text{Risque} = \text{Vulnérabilité} * \text{Aléa} * \text{Importance}$$

□ Cœur de l'outil = vulnérabilité

- Objectif
= hiérarchiser sans calcul
= approche qualitative de la vulnérabilité structurelle de chaque OA existant
- Aléa et Importance = « simples » coefficients pondérateurs

Principes généraux (suite)

- ❑ **Caractériser la vulnérabilité** des OA à partir de leurs caractéristiques structurelles principales et de leur contexte du site (topographique, géotechnique)
- ❑ **Décomposition par vulnérabilité élémentaire** (idem méthodologie française)



Principes généraux (suite)

□ Liste des critères établie selon REX mondial :

Fondations

- **Type de fondations** (superficielles, profondes, sol meuble, rocher)
- **Risques supplémentaires** (liquéfaction, grand glissement)

Piles

- **Masse du tablier** (selon type de structure)
- **Régularité des hauteurs de piles**
- **Résistance intrinsèque de la pile** (forme, creuse, ferrailage)
- **Chute de blocs** (risque supplémentaire)

Culées

(interface remblai)

- **Type de culée**
- **Hauteur de remblai**

Tablier

- **Repos d'appui**
- **Butées parasismiques**
- **Biais, courbure, dissymétrie de la travure**
- **Longueur du viaduc** ⇔ mouvement différentiel du sol
- **Risque de chutes de blocs**

Générale

- **Date de construction et ancien zonage**
- **Présence de réseaux ou canalisations sensibles**
- **Etat de santé général**

Outil d'analyse multicritères

- ❑ **Nombreux critères**
 - ❑ **Imbrication** des critères dans la réponse structurelle de l'OA
 - ❑ **Nécessité de qualifier la fiabilité** des données de récolement
- ➔ Recherche bibliographique détaillée d'un outil intégrant un **processus de décision logique et structuré** permettant de résoudre cette analyse multicritères complexe
- ❑ Méthode retenue : « **Analysis Hierarchical Process** » élaborée par le Docteur Saaty, Université de Pittsburg (USA) en 1995

Référence d'utilisation « Gestion Durable des Forêts en Afrique » financement Européen et Américain, 1999.



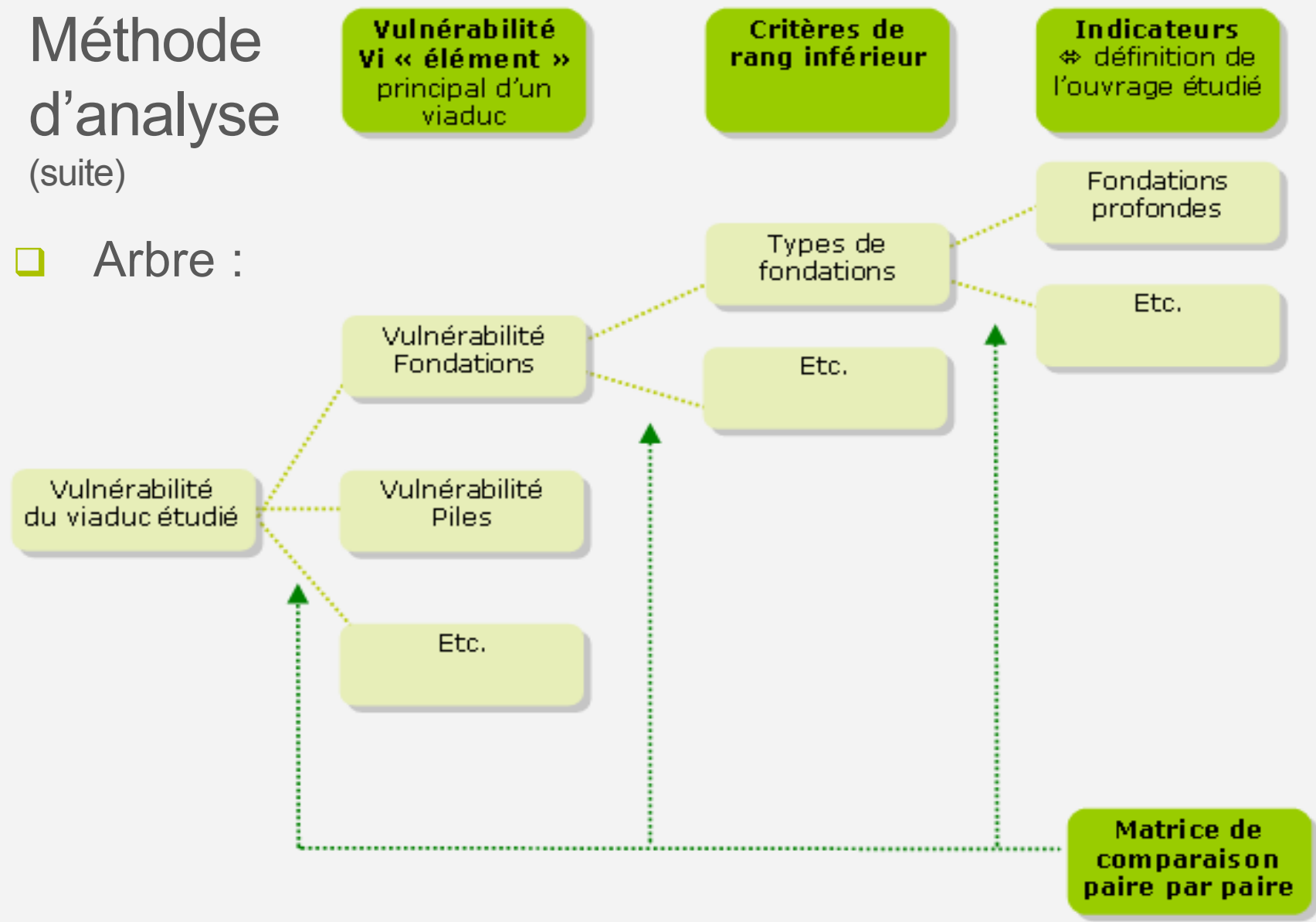
Méthode d'analyse

❑ Méthode retenue PHA : **Processus de Hiérarchisation Analytique matriciel sous forme arborescente**

- Arbre : enchaînement de **décisions complexes** (hiérarchisation des décisions)
- Décisions : série de comparaisons simples, appelées **comparaisons par paires**, établies sous forme matricielle

Méthode d'analyse (suite)

□ Arbre :



Méthode d'analyse (suite)

- ❑ **Comparaisons par paires** : chaque indicateur est comparé successivement avec les autres indicateurs relatifs à ce même critère selon une échelle numérique de comparaison

ECHELLE NUMERIQUE DES MATRICES DE COMPARAISON PAIRE PAR PAIRE	
Valeur	Signification / Interprétation
1	De même importance
3	Un peu plus important
5	Plus important
7	Vraiment plus important
9	Enormément plus important

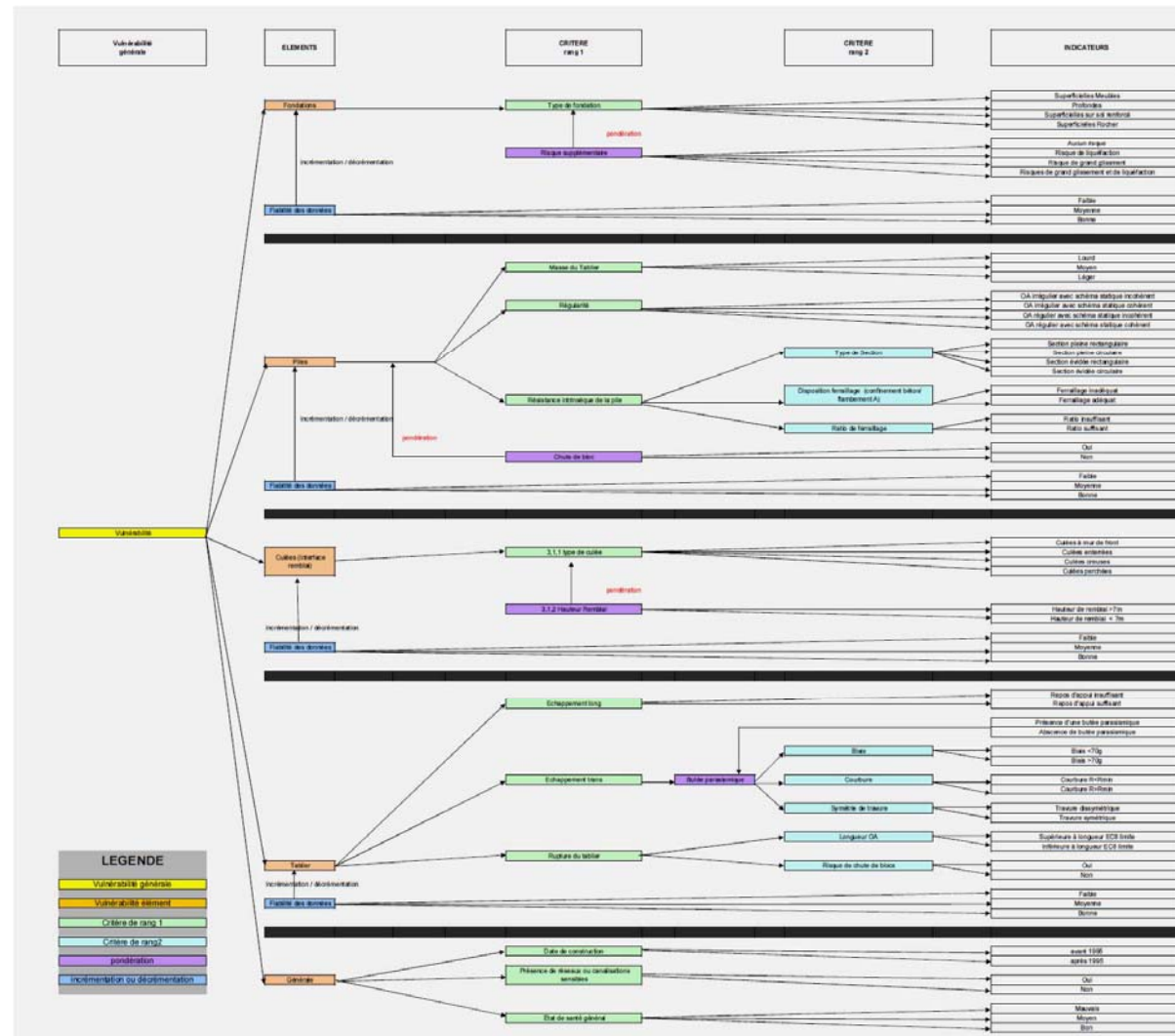
	Section pleine rectangulaire	Section pleine circulaire	Section évidée rectangulaire	Section évidée circulaire
Section pleine rectangulaire	1,00	1,20	7,00	9,00
Section pleine circulaire	0,83	1,00	7,00	9,00
Section évidée rectangulaire	0,14	0,14	1,00	2,00
Section évidée circulaire	0,11	0,11	0,50	1,00

Une section pleine rectangulaire est 9 fois plus vulnérable au séisme qu'une section évidée circulaire ($\Rightarrow$ 9 fois $\Rightarrow$ énormément plus important)

Méthode d'analyse (suite)

Exemple

Arbre viaduc



Résultats / hiérarchisation vulnérabilité

- **Arborescences de calculs donnent une note sur 20 à chaque OA**
 - 0/20 = OA non vulnérable
 - 20/20 = OA très vulnérable

- **Notation = hiérarchie des OA vis-à-vis de la vulnérabilité sismique**
 - En tenant compte de la fiabilité du récolement introduite via une marge d'incertitude (+/- 3 sur 20)

Résultats / hiérarchisation risque sismique

- ❑ **Note de risque sismique, multiplication :**
 - Note de **Vulnérabilité structurelle** précédente
 - **Aléa sismique** : accélération au rocher + coefficients liés (décrets)
 - **Importance** de cet OA dans le réseau autoroutier,
 - Critères MOA (s'il possède son propre classement)
 - Méthodologie simplifiée du SETRA

Conclusion

- ❑ Notation de l'ensemble des OA permet de les **hiérarchiser vis-à-vis du risque sismique**
 - ❑ Méthode retenue présente **de manière claire la rationalité des choix effectués**
 - Outil étant amené à vivre : expertises, études complémentaires (via des modélisations), REX séismes réels :
- ➔ Méthode permet une mise à jour rapide

Contact

Jacques MARTIN - Marc ALLAFORT

EGIS JMI
170, avenue Thiers
69455 LYON cedex 06

