



Doctorant: Xiangfeng GUO

Analyse probabiliste de la stabilité d'un barrage en remblai existant

Claudio CARVAJAL – Séminaire MécaPhyGéo – 14/11/2019

claudio.carvajal@irstea.fr

Plan de la présentation

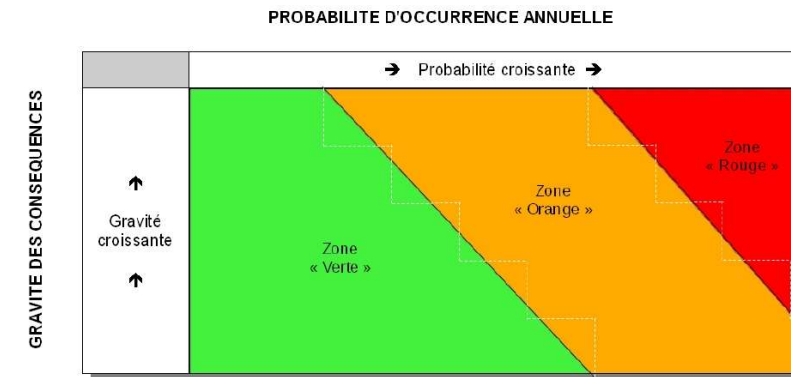
- ▶ Introduction: contexte, objectifs, analyse de fiabilité
- ▶ Analyse probabiliste de la stabilité d'un barrage existant
 - ▶ Cas d'étude
 - ▶ Variables aléatoires
 - ▶ Champs aléatoires
- ▶ Travaux en cours
- ▶ Conclusions et Perspectives

Contexte

- ▶ Barrages en remblai:
 - ▶ Grands ouvrages géotechniques
 - ▶ Justification en contexte incertain
 - ▶ Matériaux, sollicitations, modélisations, ...
- ▶ Analyse probabiliste de la stabilité d'ouvrages de génie civil
 - ▶ Prise en compte et quantification des incertitudes
 - ▶ Eurocodes (annexes B et C de l'EC0)
 - ▶ Nécessaire dans le cadre d'études de dangers de barrages (analyse de risques)



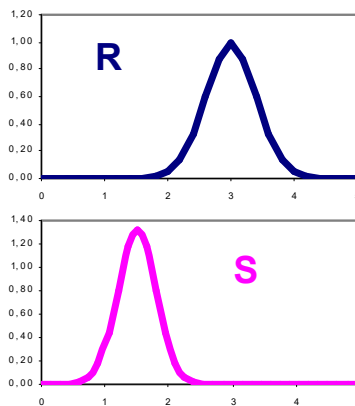
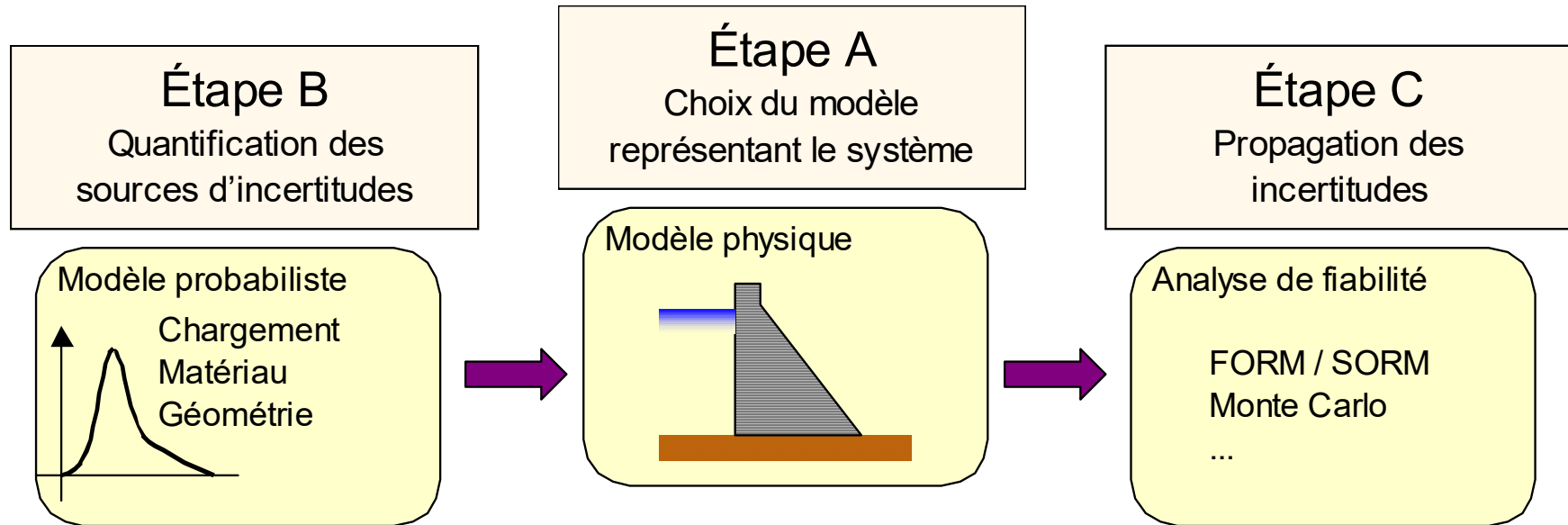
Barrage d'Armous et Cau (32)



Objectif

- ▶ Etude probabiliste de la stabilité au glissement de barrages en remblai existants
 - ▶ Modélisation probabiliste des propriétés des matériaux
 - ▶ Variables aléatoires
 - ▶ Champs aléatoires
 - ▶ Modélisation du mécanisme de glissement
 - ▶ Modèle analytique, Modèles numériques 2D/3D
 - ▶ Analyse de fiabilité

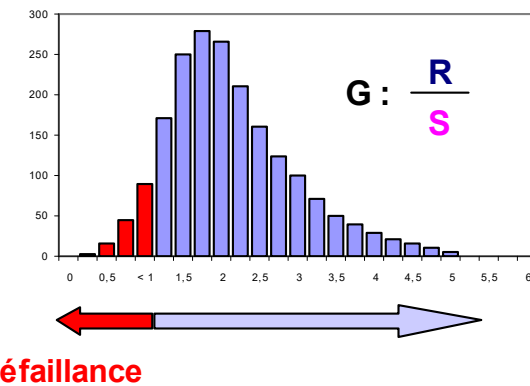
Principe d'une analyse de fiabilité



Fonction de performance, G :
(exemple)

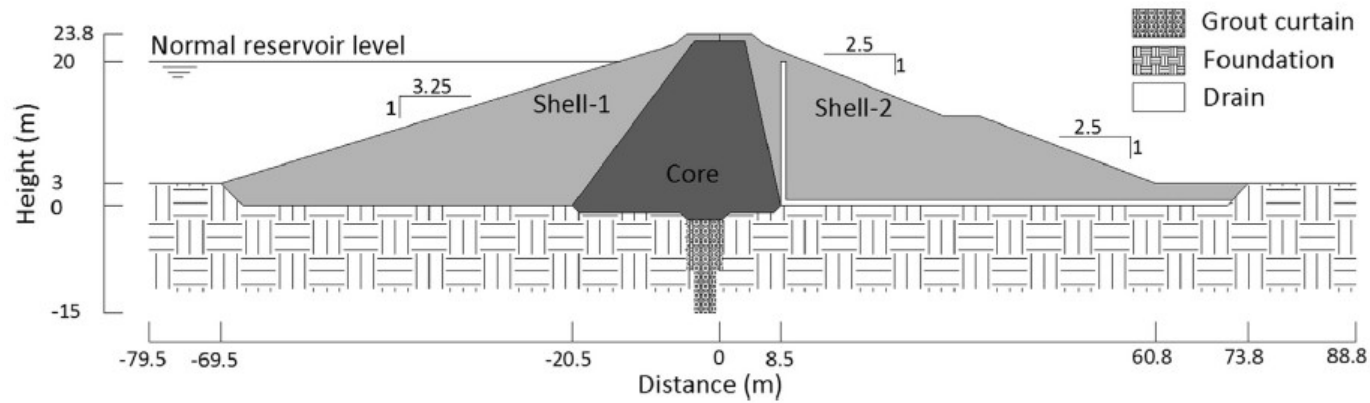
$$G : \frac{R}{S} \quad \begin{array}{l} \text{(Résistances)} \\ \text{(Sollicitations)} \end{array}$$

$G < 1$: défaillance



Cas d'étude

► Un barrage existant



Coupe type

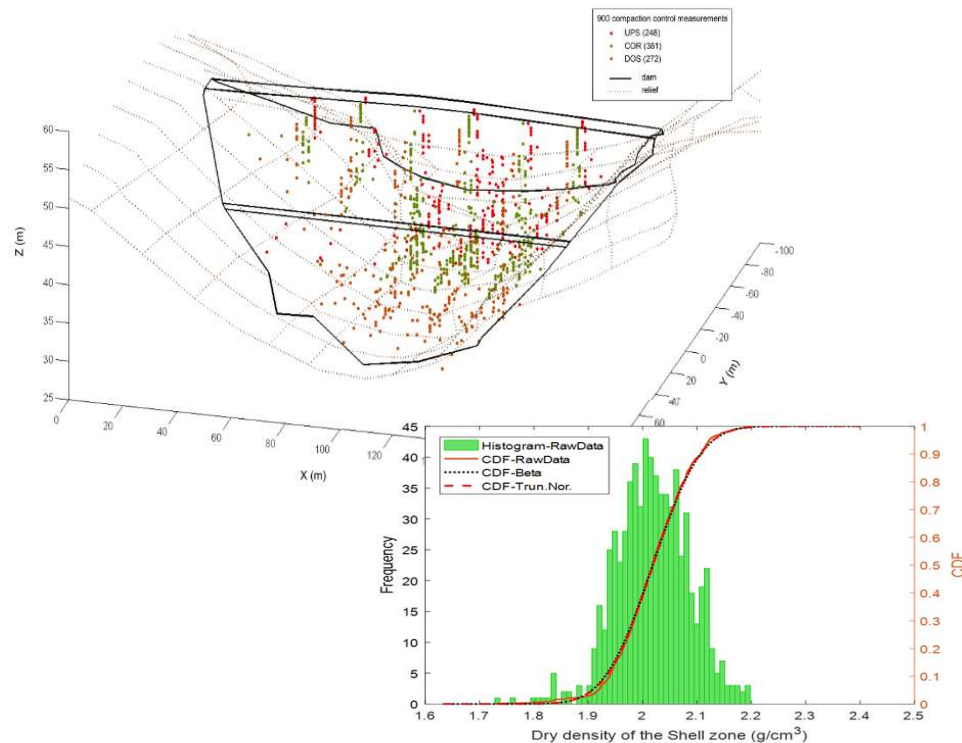


Vue aérienne

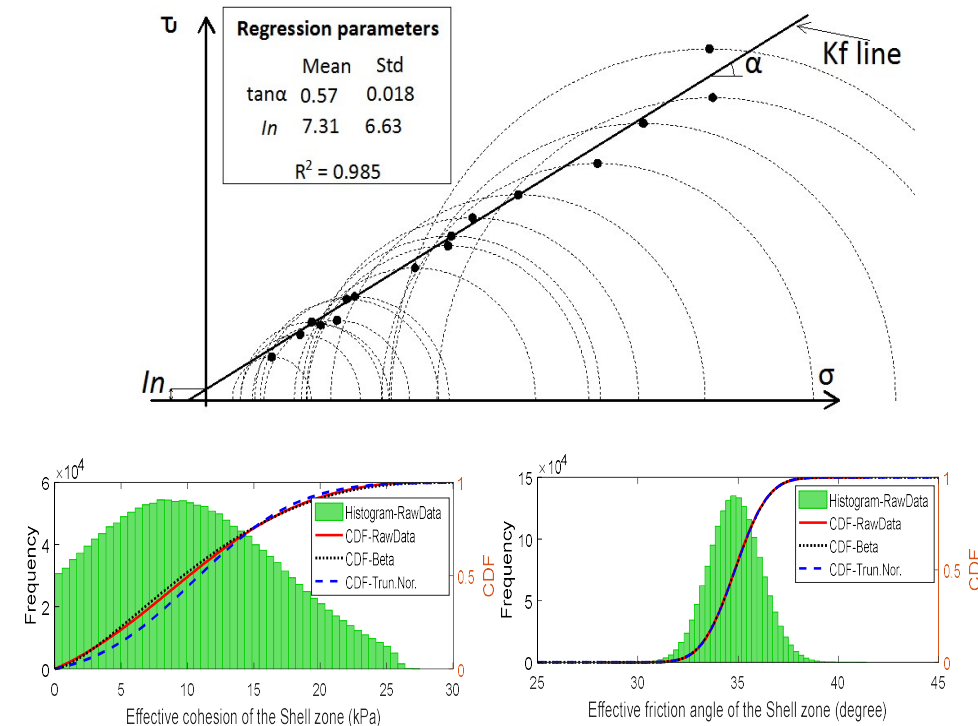
Analyse probabiliste en variable aléatoire

► 1. Modélisation des propriétés des matériaux par variables aléatoires

Masse volumique



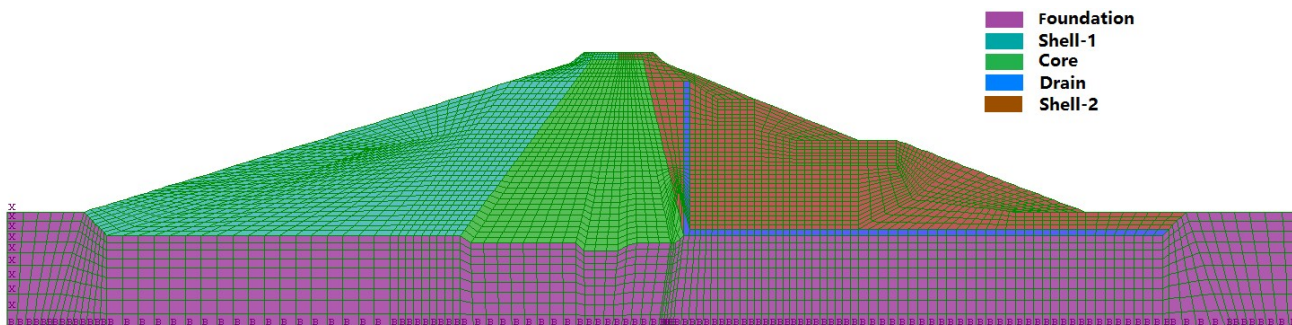
Résistance au cisaillement



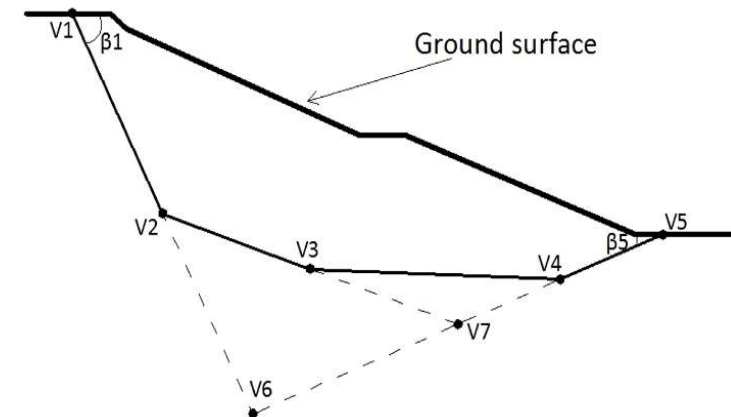
Analyse probabiliste en variable aléatoire

► 2. Développement de deux modèles mécaniques/déterministes

- Modèle numérique (différences finies)



- Modèle analytique (algorithmes génétiques)



Analyse probabiliste en variable aléatoire

▶ 3. Analyse de fiabilité du barrage étudié

- ▶ Méthode SPCE
(Sparse Polynomial Chaos Expansion)

Engineering Structures 174 (2018) 295–307

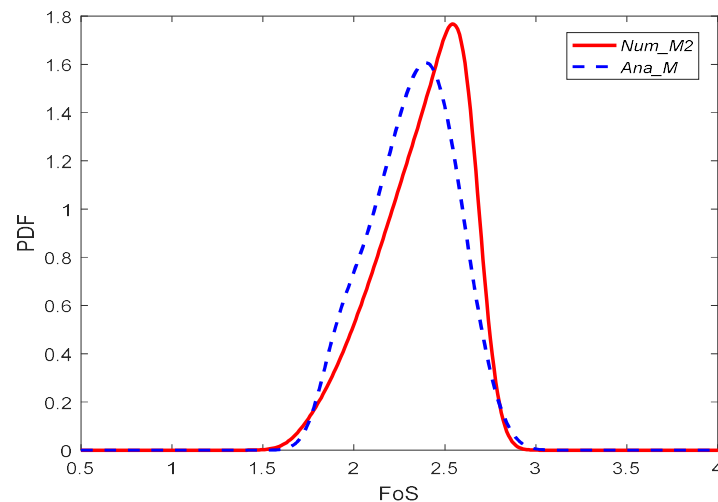


Reliability analysis of embankment dam sliding stability using the sparse polynomial chaos expansion

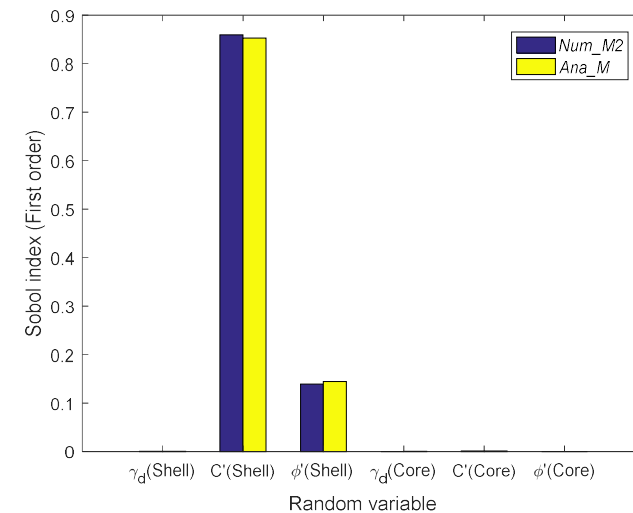
Xiangfeng Guo^a, Daniel Dias^{a,*}, Claudio Carvajal^b, Laurent Peyras^b, Pierre Breuil^c



Distribution de probabilité du Facteur de Sécurité
• Situation normale d'exploitation

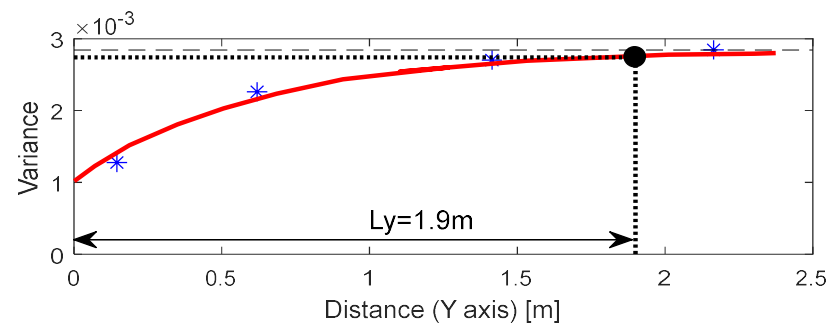
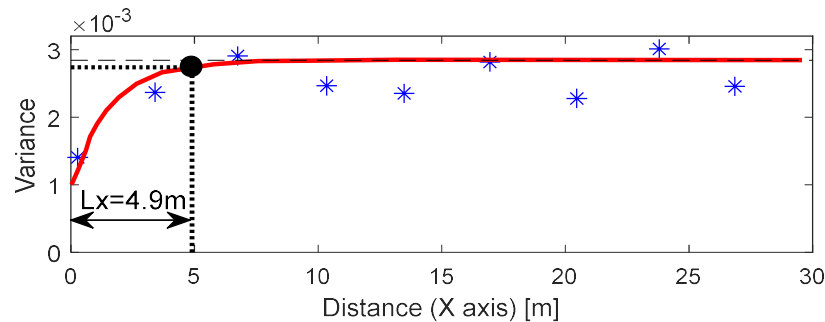


Analyse de sensibilité (Indices de Sobol de chaque variable aléatoire)

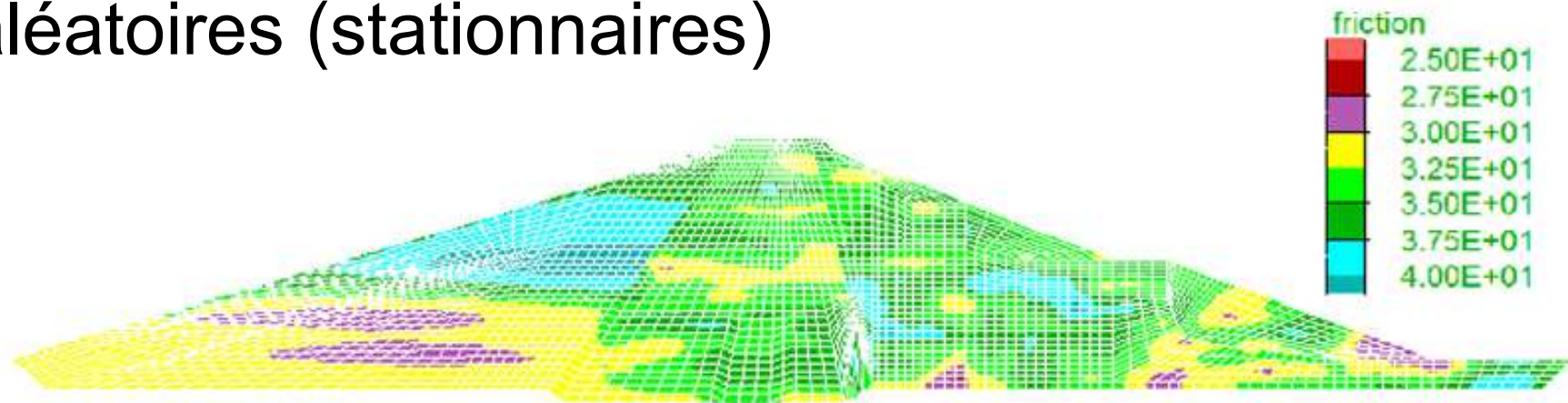


Analyse probabiliste en champ aléatoire

► Analyse géostatistique



► Modélisation de la variabilité spatiale par champs aléatoires (stationnaires)

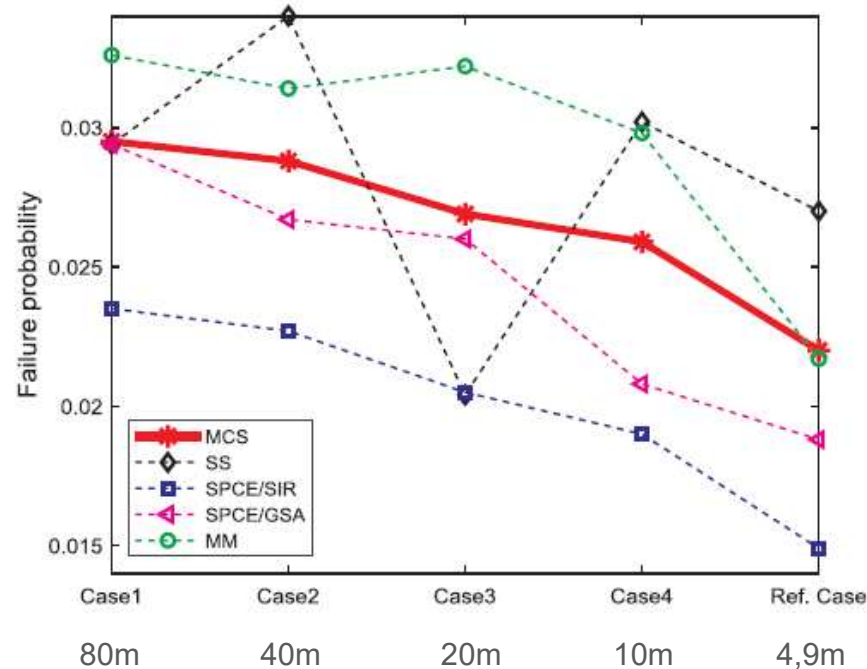


Analyse probabiliste en champ aléatoire

► Corrélation spatiale et Méthode d'analyse de fiabilité

Comparaison de la probabilité de défaillance obtenue par 5 méthodes d'analyse de fiabilité

- Situation sismique SES (P=1/5000)



Comparison of the necessary run numbers of the deterministic model for the five reliability methods.

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Reference case
N_{RV}^1	225	370	647	1207	2110
MCS	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
SS	600	600	600	600	600
SPCE/SIR	1000	5000	8000	10,000	15,000
SPCE/GSA	3000	5000	8000	13,000	18,000
MM	1946	1755	2081	2026	1981

Note:

¹ Number of required random variables for representing C , ϕ and γ_d by means of random fields or random variables for each case

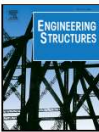
Engineering Structures 188 (2019) 591–602



Contents lists available at ScienceDirect

Engineering Structures

journal homepage: www.elsevier.com/locate/engstruct



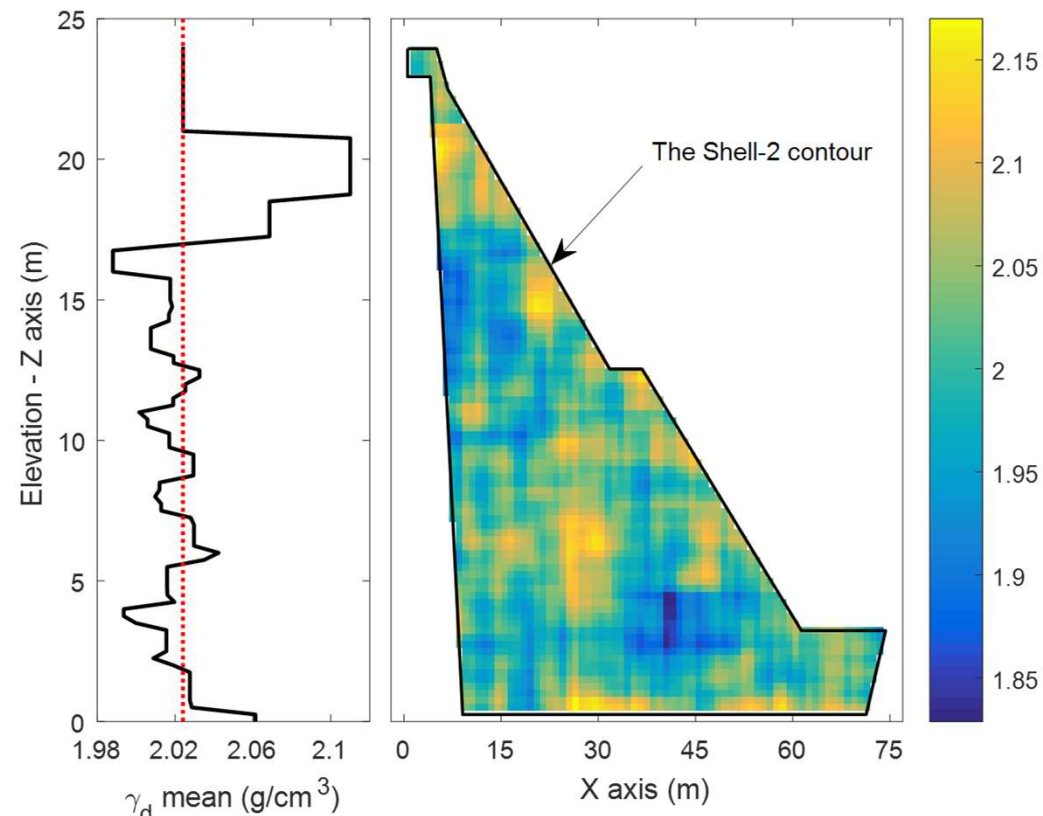
A comparative study of different reliability methods for high dimensional stochastic problems related to earth dam stability analyses

Xiangfeng Guo^a, Daniel Dias^{a,*}, Claudio Carvajal^b, Laurent Peyras^b, Pierre Breuil^c



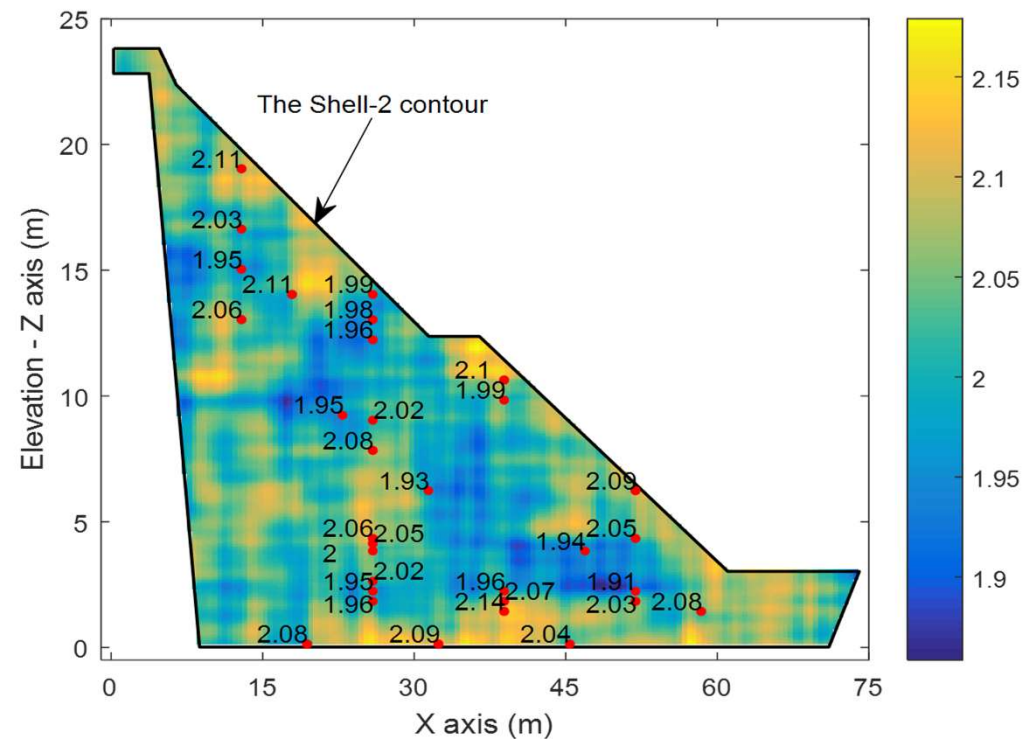
Analyse probabiliste en champ aléatoire

- ▶ Modélisation de la variabilité spatiale
 - ▶ Champs aléatoires Non-stationnaires



Analyse probabiliste en champ aléatoire

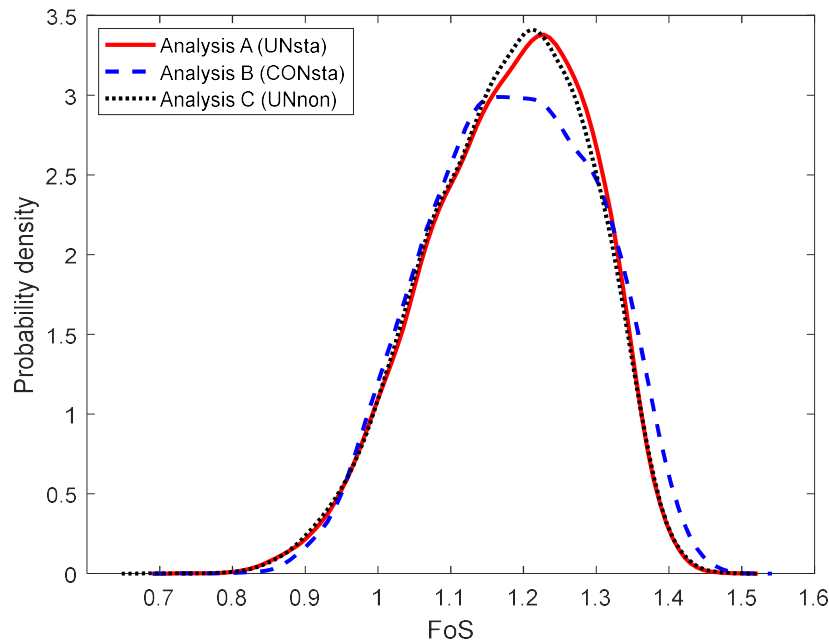
- ▶ Modélisation de la variabilité spatiale
 - ▶ Champs aléatoires conditionnés



Analyse probabiliste en champ aléatoire

► Analyse de fiabilité

- Champs aléatoires Stationnaires
- Champs aléatoires Conditionnés
- Champs aléatoires Non-stationnaires



Distribution de probabilité
du Facteur de Sécurité
• Situation sismique SES
($P=1/5000$)

Submitted:

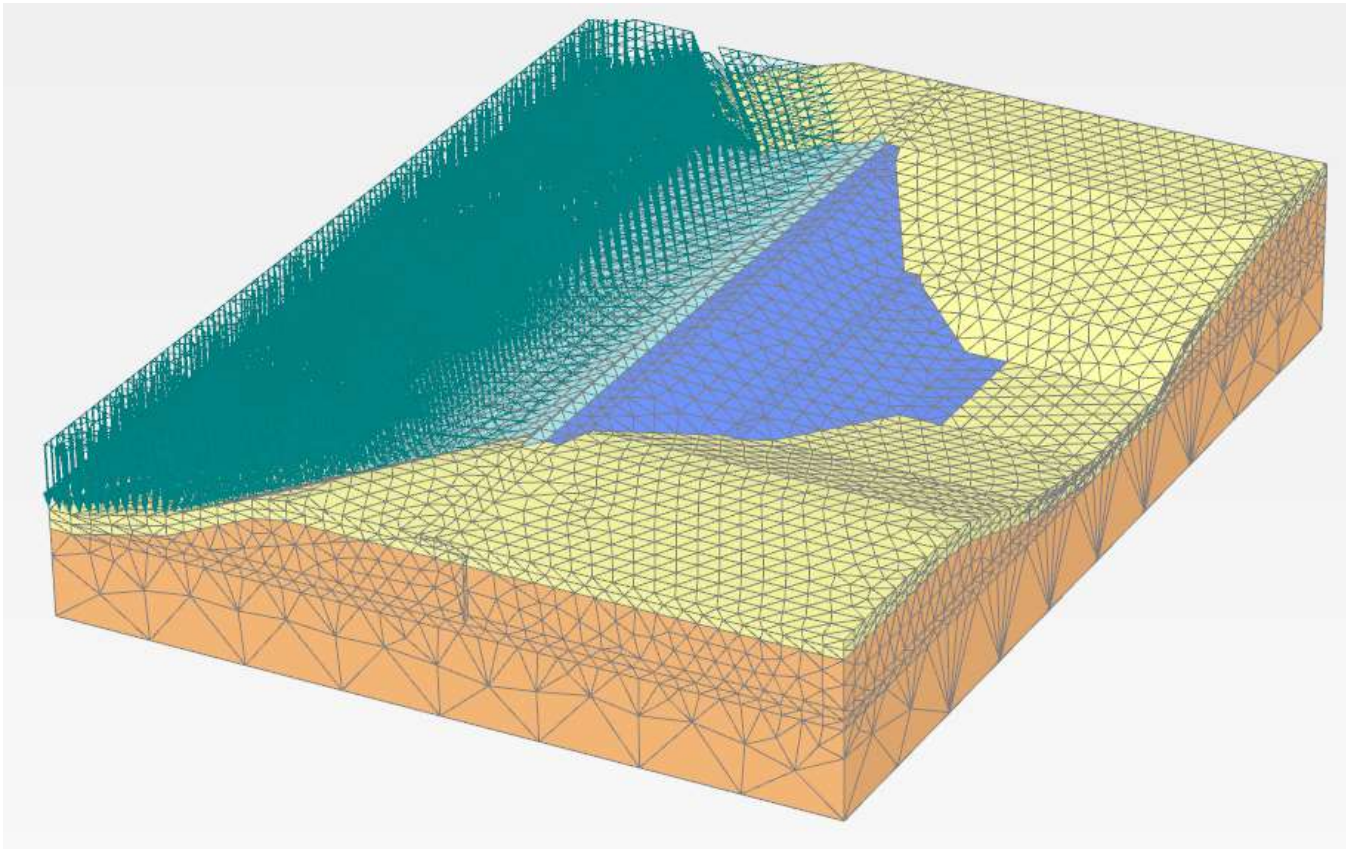
Computers and Geotechnics D-19-01239

Simulation and comparison of different random fields
for a real earth dam problem

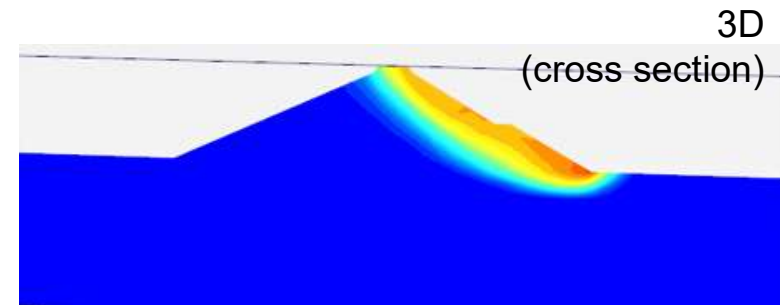
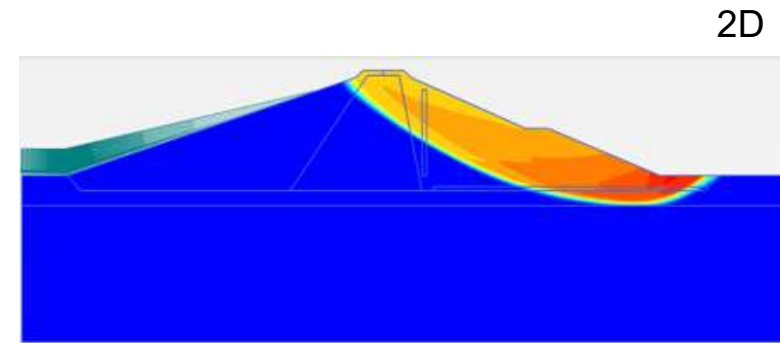
X. Guo, D. Dias, C. Carvajal, L. Peyras, P. Breul

Travaux en cours

► Analyse en 3D



Résultats préliminaires:



Conclusion et perspectives

- ▶ Etude probabiliste de la stabilité au glissement de barrages en remblai existants
 - ▶ Propriétés des matériaux:
 - ▶ Variables aléatoires
 - ▶ Champs aléatoires: Stationnaires, Non-stationnaires, Conditionnés
 - ▶ Modèle mécanique:
 - ▶ Modèle analytique, modèle numérique 2D/3D
 - ▶ Analyse de fiabilité:
 - ▶ Probabilité de défaillance, distribution du FS, sensibilités
 - ▶ Précision, nombre de calculs mécaniques

- ▶ Soutenance prévue en mars 2019 (Grenoble)



Doctorant: Xiangfeng GUO

Merci pour votre attention !

Analyse probabiliste de la stabilité d'un barrage en remblai existant

Claudio CARVAJAL – Séminaire MécaPhyGéo – Aix-en-Provence, 14/11/2019

claudio.carvajal@irstea.fr